



S-I 61.55

HARVARD UNIVERSITY



LIBRARY

OF THE

Museum of Comparative Zoology















4817

27

# Internationale Monatsschrift

für

# Anatomie und Physiologie.

Redigiert von

**Fr. Kopsch**

in Berlin

Band XXXII.

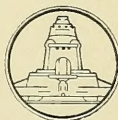
Mit 57 Textabbildungen und 1 Tafel.

LIBRARY  
MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY  
CAMBRIDGE, MASS.



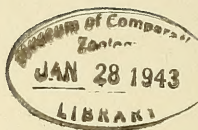
LEIPZIG 1918

Verlag von Georg Thieme.



5-I 61.55

12,080



LIBRARY  
DEPT. OF COMPARATIVE ZOOLOGY  
HARVARD UNIVERSITY  
CAMBRIDGE, MASS.



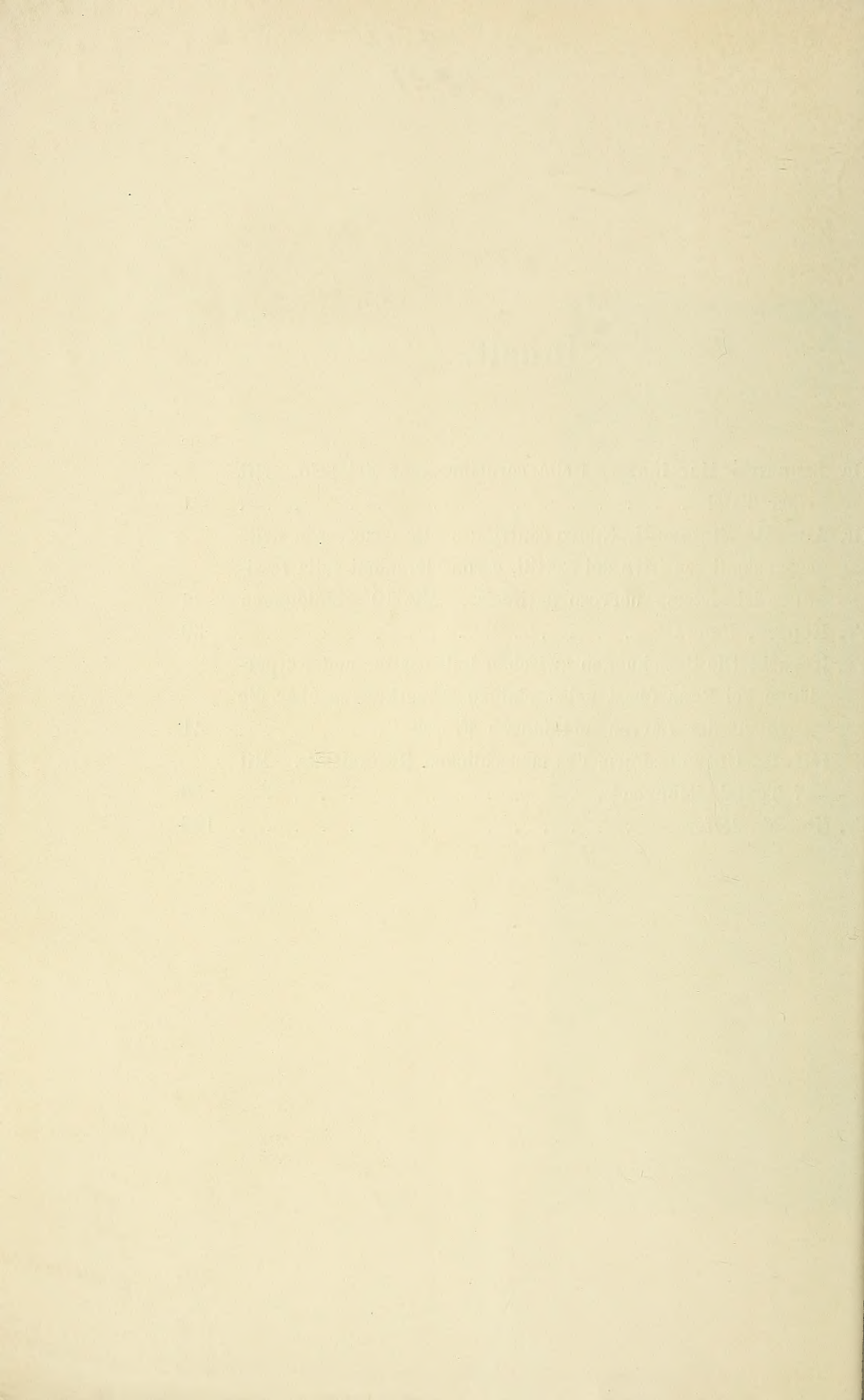
# Inhalt.

---

Seite

Dr. <b>Leonardo Martinotti</b> , Della corneificazione del pelo. Mit einer Tafel . . . . .	1
Dr. <b>Augusto Stefanelli</b> , Nuovo contributo alla conoscenza delle espansionii sensitive dei Rettili, e considerazioni sulla tessi- tura del sistema nervoso periferico. Mit 10 Abbildungen	22
Dr. <b>Kopsch</b> , Referate . . . . .	39
Dr. <b>Kopsch</b> , Die Beziehungen zwischen Lebensalter und Körper- länge bei Rana fusca nebst einigen Bemerkungen über die Aufzucht der Larven und jungen Frösche . . . . .	41
Dr. <b>Hellwig</b> , Über die Form des menschlichen Hüftgelenks. Mit 47 Textabbildungen . . . . .	59
Dr. <b>Kopsch</b> , Referate . . . . .	196

---





FEB 17 1926

12,080

# Internationale Monatsschrift

für

LIBRARY

COMPTON ZOOLOGY

# Anatomie und Physiologie.

Herausgegeben

von

R. Anderson in Galway, C. Arnstein in Kasan, S. Ramón y Cajal  
in Madrid, C. Golgi in Pavia, S. Laskowski in Genf, A. Macalister  
in Cambridge, G. Retzius in Stockholm, E. A. Schäfer in Edinburg,  
L. Testut in Lyon.

Redigiert von

**Fr. Kopsch** und **R. R. Bensley**  
in Berlin in Chicago.

Band XXXII. Heft 1/3.

Mit 10 Textabbildungen

und 1 Tafel.

LEIPZIG 1916

Verlag von Georg Thieme.

Vertretung für Amerika:  
The University of Chicago Press.

# I n h a l t.

<b>Dr. Leonardo Martinotti</b> , Della corneificazione del pelo	Seite 1
<b>Dr. Augusto Stefanelli</b> , Nuovo contributo alla conoscenza delle espansioni sensitive dei Rettili, e considerazioni sulla tessitura del sistema nervoso periferico	22
<b>Fr. Kopsch</b> , Referate	39

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 50 Sonderabdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache werden direkt an: Prof. Dr. Fr. Kopsch, Wilmersdorf bei Berlin, Kaiserplatz 2, und für Amerika an Prof. R. R. Bensley, University of Chicago, erbeten.

*Reprints. Contributors desiring more than 50 extra copies of their articles can obtain them at reasonable rates by application to the publisher Georg Thieme, Leipzig, Rabensteinplatz 2, Germany.*

*Contributions* (Latin, French, Italian, English or German) should be sent to Prof. Dr. Fr. Kopsch, Wilmersdorf by Berlin, Kaiserplatz 2, or for America to Prof. R. R. Bensley, University of Chicago.

**Avis.** Les auteurs des mémoires insérés dans ce journal qui désireront plus de 50 tirages à part de leurs articles, les obtiendront à des prix modérés en s'adressant à M. Georg Thieme, libraire-éditeur, Leipzig, Rabensteinplatz 2, Allemagne.

Les articles écrits *en latin, en français, en italien, en anglais ou en allemand* doivent être adressés à Professeur Fr. Kopsch à Wilmersdorf près de Berlin Kaiserplatz 2, ou pour l'Amérique à M. R. R. Bensley, University of Chicago.

## Die bisher erschienenen Bände kosten:

Bd.	I	M	40.—	\$ 9.52.	Bd.	XVII	M	65.—	\$ 15.47
"	II	"	52.—	" 12.38.	"	XVIII	"	75.—	" 17.85
"	III	"	47 50,	" 11.31.	"	XIX	"	50.—	" 11.90
"	IV	"	72.—	" 17.14.	"	XX	"	59.—	" 14.—
"	V	"	63.—	" 15.—	"	XXI	"	70.—	" 16.66
"	VI	"	77.50,	" 18.45.	"	XXII	"	50.—	" 11.90
"	VII	"	87.—	" 20.71.	"	XXIII	"	55.—	" 13.01
"	VIII	"	100.—	" 23.80.	"	XXIV	"	78.—	" 18.56
"	IX	"	76.30,	" 18.16.	"	XXV	"	56.—	" 13.33
"	X	"	93.50,	" 22 25.	"	XXVI	"	60.—	" 14.28
"	XI	"	92.60,	" 22.—	"	XXVII	"	78.60,	" 18.71
"	XII	"	79.—	" 18.80.	"	XXVIII	"	70 —	" 16.66
"	XIII	"	76.10,	" 18.11.	"	XXIX	"	85.—	" 20.23
"	XIV	"	48.30,	" 11.50.	"	XXX	"	46 50,	" 11.—
"	XV	"	73 —	" 17.37.	"	XXXI	"	84.—	" 20.—
"	XVI	"	70.50,	" 16.78.					

Bd. I—XXIX statt M 2000.—, \$ 476.— nur M 1300.—, \$ 309.40 bar.

That American prices are net and subject to an additional charge for postage.



Clinica Dermatologica della R. Università di Modena (Direttore Prof. P. Colombini).

## Della corneificazione del pelo.

Per il

Dott. **Leonardo Martinotti**,  
Aiuto e priv. Docente.

(Con Tav. I.)

Estendendo agli organi piliferi e ai peli della cute umana normale le mie ricerche sul processo intimo della funzione eleidocheratinica che ho ampiamente riferito in altri miei lavori, per quanto riguarda la cute glabra e l'unghia, ho potuto stabilire fatti nuovi che ritengo degni di essere riferiti estesamente.

In altre note e memorie preventive<sup>1)</sup> ho già esposto i dati più importanti di tali ricerche, e ho riferito anche la tecnica, qui riporterò solamente i risultati ottenuti per ciò che riguarda il pelo umano.

Si distinguono comunemente nell'organo pilifero: il pelo propriamente detto, il follicolo, la papilla e gli organi annessi (vasi, nervi, muscolo arretatore, g. sebacea). A parte gli annessi che nel processo intimo della corneificazione non manifestano importanza diretta, le altre parti hanno, secondo gli anatomici ed i dermatologi, la seguente costituzione.

Il *pelo* è anatomicamente composto delle seguenti porzioni.

1. Una porzione *intracutanea o endofollicolare* che possiede un leggero strozzamento a livello dell'uscita dal follicolo (*colletto*), e poi un rigonfiamento claviforme o piriforme basale. Viene detto quest'ultimo *bulbo o porzione terminale*, mentre la parte superiore va col nome di

<sup>1)</sup> Soc. medica di Modena, riun. del 21 giugno 1913; XV riun. della Soc. it. di Dermatologia, Roma 18 dicembre 1913. (Giorn. ital. delle mal. veneree e d. pelle 1914, p. 344; Anat. Anzeiger XLVI, 1914, p. 321.)

*corpo o radice*. Il bulbo appare cavo quando il pelo è in piena attività funzionale, pieno ad accrescimento compiuto (*peli a bulbo cavo o vuoto o peli papillari; peli a bulbo pieno, o peli matrice*).

2. Una porzione *extracutanea o libera*, detta *scapo o stelo*, che termina in punta affilata quando il pelo non è mai stato tagliato, mentre quando è stato ripetutamente tagliato o sottoposto a sfregamenti, ad usura o ad altri traumi, presenta deformazioni varie.

Istologicamente si ascrive all'organo pilifero la seguente struttura.

A. Il *follicolo* è formato da due porzioni così costituite: La cute, giunta in corrispondenza dell'infundibolo pilare si ripiega e discende verso il basso e forma così la *guaina cutanea del follicolo*, in cui si possono distinguere l'epidermide colle sue varie parti (*guaina epiteliale esterna*) e il derma papillare (*guaina connettivale*). Quest'ultimo all'estremità del bulbo forma la papilla, mentre, la guaina epiteliale esterna si continua in certo qual modo colla *guaina epiteliale interna* che ascende verso l'alto e forma il così detto *mantello del pelo*, e si estende per i due terzi dell'altezza del pelo, cioè fino allo sbocco delle gl. sebacee.

I. *La porzione connettivale o sacco pilare, o sacco fibroso*, è costituito di tre strati di fasci connettivali: Uno *esterno longitudinale*, con fibre elastiche; uno *medio* con fibre a disposizione *circolare o anulare*<sup>1)</sup>; uno *interno o membrana vitrea*, addossato alla guaina radicolare esterna.

La guaina fibrosa forma sotto al pelo una papilla, che è analoga perfettamente a quelle dell'epidermide. Ha forma per lo più di clava (od anche lanceolata) e presenta uno strozzamento a guisa di collare alla base; è costituita di connettivo, vasi e nervi. Molte volte la papilla presenta l'apice acuminato, e allora si può distinguere in essa un *cono inferiore*, che va dal collo della papilla fino all'equatore, e un *cono superiore*, posto sopra a quest'ultimo (Günther). Nei capelli ricchi di sost. midollare le papille sono piuttosto acuminate, in quelli poveri o mancanti di essa sono arrotondate al loro apice (Ebner). Quando il capello ha completato il suo sviluppo la papilla si atrofizza; le sue variazioni di forma coincidono con variazioni nella forma del pelo;

<sup>1)</sup> Da *Henle* e *Kölliker* furono considerate come fibre lisce.

in alcuni peli di certi animali forma a livello dell'unione del bulbo colla radice un rigonfiamento (*cresta semicircolare*).

La *membrana basale* separa la guaina epiteliale esterna da quella connettivale e corrisponde alla vitrea che è stata descritta nella cute. Qui però è molto più spessa (8—9  $\mu$ -Branca); esternamente la sua superficie è liscia, internamente mostra delle specie di prolungamenti spinosi. Essa sembra costituita di lamelle sovrapposte. Si assottiglia considerevolmente a livello del bulbo, e in corrispondenza della papilla non è più visibile<sup>1)</sup>.

II. La *guaina epiteliale esterna, o vaginale*, costituisce come il letto in cui evolve il pelo (Unna), è più spessa della guaina interna, e il suo spessore va diminuendo dal punto in cui raggiunge il cono pilare, e si va affilando, finchè sembra perdersi in corrispondenza del versante esterno del canaletto circumpapillare (Moleschott). Esso ha fondamentalmente la costituzione del corpo malpighiano.

Nella guaina esterna della radice numerosi autori (C. Bernard, Rouget, Mc. Donnel, Barfurth, Creighton, Rabl ecc.) hanno trovato glicogeno, specialmente entro peli in via di accrescimento.

III. Il *mantello o guaina epiteliale interna* ha forma di un cilindro cavo, abbastanza regolare ed egualmente spesso, nella sua estensione d'aspetto quasi vitreo. Nel suo complesso appare intensamente colorabile, soprattutto col carminio, donde il nome di *mantello rosso* datogli da Unna. E' formato da elementisovrapposti ma non intimamente saldati e compressi dalla guaina esterna e dall'epidermicola. Giunte a livello del colletto le cellule che lo costituiscono e che sono al termine della loro evoluzione, si dissociano, si fanno caduche nella stessa maniera delle lamelle cornee, e fuoriescono frammiste al secreto delle gl. sebacee. Nel mantello del pelo si distinguono le parti seguenti.

1. *La zona esterna o strato di Henle*, che consta di uno strato solo di cellule, cubiche, embricate, che profondamente sono nucleate, suc-

<sup>1)</sup> Che si tratti di una vera e propria membrana, quale vien descritta dagli autori, mi pare assai dubio: le fibrille che ho osservato fra derma ed epidermide nella cute glabra si possono constatare anche qui per quanto meno accentuate. (L. Martinotti. Il corpo malpighiano e la funzione fibrillare dell'epidermide, Arch. f. Zellforschung, XII, 457.)



cessivamente si caricano di granuli di sost. jalina (*tricojalina* di Vörner), poi assumono un colorito diffuso, finalmente si fanno chiare e trasparenti e il nucleo scompare. Assume nel complesso l'aspetto di una membrana finestrata. Noi abbiamo qui la stessa evoluzione che poi vedremo subita dalle cellule dello strato di Huxley, che viene considerato dagli autori come l'omologo dell'evoluzione cornea dell'epidermide, di cui si descrivono lo str. germinativo, il granuloso, il lucido, il corneo.

2. La *zona media o strato di Huxley* è fatto di due ordini di cellule cubiche o poligonali con ponti di unione (Branca), embricate l'una sull'altra dal basso in alto e dall'infuori al di dentro andando in senso ascendente (cioè all'opposto dell'epidermicola). In basso esse contengono grosse gocce di sostanza jalina finchè a livello circa del punto di unione del cono pilare colla radice in luogo di gocce si osserva una colorazione diffusa, e il nucleo va a poco a poco scomparendo.

Vi è una differenza tra lo str. di Henle e quello di Huxley, e consiste in questo che il primo subisce la sua evoluzione in una regione più bassa del follicolo pilifero, in maniera che le sue cellule perdono le gocce di sost. jalina alla base del cono pilare, mentre per quelle della zona di Huxley ciò avviene alla sommità dello stesso cono.

Secondo Branca la epidermicola del mantello sarebbe caratterizzata dalla estensione del suo corpo mucoso, lo strato di Huxley dall'estensione del granuloso, quello di Henle del corneo.

Günther ha studiato la struttura delle cellule isolate dello strato di Huxley e di quello di Henle: le prime hanno lunghe dentellature spinose in numero di due o tre; le altre posseggono un margine piano dentellato con fini intaccature.

Sul destino subito dalla tricojalina degli strati di Huxley e di Henle è da ricordare il reperto di v. Brunn, Günther, Rabl e altri, i quali al disopra della zona provveduta di eleidina hanno trovato delle cellule in cui si manifestano affinità tintoriali *sui generis* dovute forse alla presenza di una sostanza speciale. Parebbe che la tricojalina si mescolasse a tale sostanza ed anche si combinasse addirittura con essa. Nessuna parte della radice del pelo si annerisce coll'acido osmico. quindi si dovrebbe escludere l'esistenza di grasso.

3. *La zona interna o epidermica del mantello o cuticola della guaina interna* è fondamentalmente costituita come la cuticola del pelo; ha però le cellule più sottili e talora disposte in due anzichè in un solo strato. Sec. Günther e V. Brunn nel corso del processo di cheratinizzazione da esso subito può presentare gocce di eleidina. I nuclei sono situati dalla parte dello strato di Huxley.

B. *Il pelo pr. detto* è costituito delle Seg. parti:

1. *Una zona esterna o cuticola, o epidermica*, che si estende dal collo del bulbo allo stretto dell'infundibolo pilare, forma al pelo un rivestimento sottilissimo costituito da un solo ordine di cellule. Alla base di impianto questi elementi sono piccoli, inseriti perpendicolarmente alla corteccia; andando verso l'alto si appiattiscono e si presentano in forma di lamelle sovrapposte l'una all'altra embricate a tetto, in senso discendente dall'alto al basso, dal di dentro al di fuori. Il corpo cellulare è trasparente, vitreo, non contiene mai nè pigmento nè sost. jalina; esso mostra delle creste di unione molto regolari che danno notevole saldezza al rivestimento stesso. I nuclei sono dapprima globosi e ovoidi; l'epidermica manca in corrispondenza dello sbocco delle gl. sebacee.

2. *Una zona media, o sostanza corticale, o fondamentale* (Pouchet, Tourneaux), *o corteccia, o porzione fibrosa* (Kölliker, Sappey) *o sost. pilare* (Branca). Si inizia a livello del bulbo, si origina dalle cellule che ricoprono la parte laterale delle papille (*cellule matrici della corteccia*). Costituisce un complesso solido ed elastico che a livello del bulbo è fatto di cellule irregolari, spesso fusiformi, molto lunghe e larghe ( $50-70 \mu \times 30 \mu$ ) alquanto sottili ( $4-10 \mu$ ), provvedute di un nucleo globoso, rotondeggiante. Vi si riscontrano numerosi cromatofori, come anche si trova del pigmento granulare o diffuso nel protoplasma delle altre cellule in genere. La assenza di tale pigmento costituisce l'anomalia detta *albinismo*.

Tale pigmento è disposto di preferenza attorno al nucleo, mentre la parte più periferica del corpo cellulare ha un aspetto assai nettamente fibrillare. Le fibrille ondulate, lunghe, sottili sembrano continuarsi da un elemento all'altro e sono considerate come l'omologo delle fibrille

malpighiane (Kölliker, Waldeyer). Esse conferiscono una costituzione solida ed elastica alla sost. corticale stessa. I nuclei si allungano e si trasformano in corpi ovoidali o globosi cromatinici.

Andando verso l'alto, a livello della radice, la sost. corticale perde l'aspetto striato e diventa piuttosto omogenea (*zona cheratinizzata*) i nuclei si fanno vieppiù allungati a bastoncino parallelamente all'asse del capello, finchè diventano quasi lineari, il corpo cellulare si appiattisce, diventa nettamente lamellare.

3. *Una porzione centrale o sostanza midollare, o midollo, o parte cellulare, del pelo.*

Occupava la parte mediana, ha forma abbastanza regolare di un tubo cilindrico allungato; è quasi sempre centrale, ma pare che in certi capelli o baffi ripiegati si possa spostare lateralmente (Pouchet). Si inizia direttamente dalla papilla o poco sopra di essa.

Questa porzione proverrebbe dalle cellule centrali della papilla (*cellule matrici del midollo*); essa è fatta di ampi elementi (15—30  $\mu$  Branca), globosi o poliedrici, con un nucleo per lo più centrale, ben colorabile, e con un protoplasma ricco di granulazioni di sostanza jalina, di grasso e di pigmento, e con ponti di unione (Branca). Queste cellule sono in basso grandi, allungate, cilindriche; mano mano che si ascende si fanno cubiche, si appiattiscono, sovrapponendosi a guisa di rotoli di monete, finchè giunti nello stelo si schiacciano fino al punto da assumere un aspetto più o meno nettamente lamellare. In basso, vi sono da due a quattro serie verticali o colonnette di cellule poste accanto l'una all'altra; nello stelo il più delle volte vi è solamente più una serie verticale di cellule. Fra cellula e cellula si trovano sovente delle bolle d'aria. La sostanza midollare può offrire grandi variazioni costitutive; può trovarsi in tutta la lunghezza del pelo o solo in parte, o in tratti discontinui; manca di regola nella lanuggine o peluria.

Questa descrizione sommaria corrisponde a quella oggi quasi generalmente accettata.

I risultati che ho potuto ottenere applicando i metodi esposti altrove portano a conclusioni e a interpretazioni che modificano al-



quanto il concetto odierno ed aggiungono altri dati a quelli finora posseduti sulle struttura e il meccanismo della funzione pilare.

La tecnica seguita dai vari autori per lo studio del pelo, non presenta in generale particolarità degne di nota.

Günther raccomandò la colorazione con ematossilina di Böhmer e il differenziamento con ac. picrico, e *Joseph* la miscela di Norris e Shakeaspeare. Questi due metodi, soprattutto l'ultimo, sono discreti, ma non danno i differenziamenti delle varie parti corrispondenti a quelli della cute glabra.

Particolari indicazioni tecniche ha dato Nathusius, specialmente in riguardo alle struttura fibrillare.

Flemming consigliò l'ematossilina di Grenacher, Unna il suo metodo al Jod-Methyl-anilina.

Per lo studio della tricojalina, *Gavazzeni* fissa in alcool, include in celloidina, e raccomanda i seguenti metodi:

1. Metodo di Unna all'emallume, safranina, tannino.
2. Metodo all'emat. eosina.
3. Metodi di Gavazzeni all'emallume, acido picrico e all'emallume picroindigocarminio.

A mio giudizio il miglior mezzo per studiare il pelo è quello di fissare in formolo e sezionare al congelatore secondo la tecnica da me indicata altrove.

E' opportuno tagliare il pezzo con due facce piane parallele al decorso dei peli stessi. Nel sezionarlo poi lo si orienta in maniera, che il capello il cui decorso è quasi sempre obliquo, venga tagliato secondo la sua direzione partendo dal bulbo e arrivando da ultimo alla porzione extracutanea.

I metodi di colorazione sono quelli che altrove io ho indicato per la dimostrazione delle fibrille della cheratojalina, dell'eleidina, della cheratina, ecc. Particolari risultati si hanno col bleu di indamina, e più ancora col verde diazina perchè danno una caratteristica metacromasia rossa giallastra della cuticola del pelo.

1. Si colora per 3'—5' con soluzione acquosa all' 1% di verde diazina.
2. Si lava in acqua.
3. Si passa in alcool assoluto, benzolo, xilolo, balsamo neutro di Grüber.

Nuclei verdi. Fibrille muscolari rossicce; così pure certe volte il collagene. Cuticola del pelo rossastra su fondo giallognolo.

Il materiale che ha servito per i miei studi è stato preso da un giovane ventenne: il capillizio è la regione più adatta, perchè quivi si trovano capelli completi; io ho portato l'esame anche su cute di sopracciglia, di barba, e della regione ascellare.

Per un accurato esame dell'organo pilifero in rapporto alla sua funzione cornea, è bene prendere in considerazione il follicolo seguendo il decorso dall'esterno verso l'interno e il pelo seguendo il decorso opposto.

Nel follicolo si possono così distinguere le seguenti zone:

1<sup>a</sup>. *Zona infundibolare, infundibolo del pelo.* Va dalla superficie della cute fino allo sbocco della gl. sebacea. E' costituito da epidermide introflessa; si ha produzione cheratinica per lo più membranosa nell'infundibolo, poi di regola questa cessa; si osserva quasi sempre ancora eleidina. Si osservano detriti cellulari, batteri, prodotti di secrezione della gl. sebacea, e frequentissimi fenomeni di *disjalosi e diseleidosi*. Molte volte la corneificazione della cute è nelle regioni pelose *acheratinica*, e allora può essere tale nell'infundibolo, come può presentare altresì uno zaffo di cheratina lamellare, analogo a quello dello spinulosismo.

Nella regione infundibolare la produzione cheratojalinica è ricchissima non per il numero di cellule che vi prendono parte ma per l'abbondanza dei granuli di questa sostanza che sono contenuti in ogni singolo elemento. Sezionate trasversalmente queste cellule appaiono come elementi di forma regolare, lanceolati, con un nucleo chiaro, globoso al centro, e tutto il rimanente del protoplasma pieno zeppo di cheratojalina. Su sezioni in superfice (tangenzialmente cioè alla parete dell'infundibolo) appaiono come ampi elementi rotondeggianti o poligonali col nucleo

chiaro centrale e il protoplasma cosperso di moltissimi grani cheratojalinici.

Sopra al granuloso vi è un discreto strato lucido, e sopra questo uno cheratinico, che si sfoglia in tante lamelle le quali hanno questo di caratteristico, che cioè presentano numerose ondulazioni regolari per cui formano tanti archi colla concavità rivolta verso la cavità del follicolo. Quando il cheratinico è scarso o mancante tale forma è assunta dalle lamelle di eleidina.

Si può non di rado mettere in evidenza con metodi adatti un esile strato eleidinogeno.

Tutte queste lamelle nel loro complesso formano uno zaffo che impedisce alle sostanze estranee di introdursi nella cavità del follicolo.

II<sup>a</sup>. *Zona: letto del pelo*; va dallo sbocco della gl. sebacea all'inizio della zona di transizione del pelo.

L'epidermide che si continua colla porzione antecedente ha i seguenti caratteri: lo strato basale è fatto di una fila di cellule cubiche le quali per un tratto sono dirette verso l'alto, poi a poco a poco cambiano direzione, si fanno perpendicolari alla superficie esterna del pelo e da ultimo assumono una direzione verso il basso. Lo strato filamentoso, ricco di 3—4 file di cellule, mostra uno scarso apparato fibrillare. Lo strato granuloso manca spessissimo e in ogni caso è sempre poco sviluppato.

Sopra a questo si vedono dapprima delle formazioni lamellari, tutte ondulate e contorte poi più in basso dopo compaiono caratteristici elementi allungati nel senso dell'asse maggiore del pelo, d'aspetto lamellare con 1—2—3 spine verso la parte che guarda la superficie della cute e invece a contorno rotondeggiante dal lato opposto. Esse danno una reazione caratteristica con il bleu di Indamina e meglio ancora con il verde diazina: si presentano rosee con un fondo giallastro. Essi si colorano in rosso colla rodamina, in rosso o aranciato coll'eosina-aurantia-indulina, in rosso col rosso di acridina — cianina — picrato  $\text{NH}_4$ , in violetto coll'eosina — galleina e coll'indazina — Echtrot, in bleu colla rodamina — Victoriablau, in rosso col Victoriaviolett — Safrosin.

Queste cellule sono i tipici elementi lamellari della *guaina di*



*Henle.* Essi sono disposti ad embrice nel senso longitudinale del pelo.

III<sup>a</sup>. *Zona.* Per breve tratto (e potremmo chiamare questa porzione *zona di transizione*) fra questo strato di Henle e la cuticola del pelo si vede uno strato fatto di elementi chiari, che rimangono incolori con quasi tutti i reattivi, con un nucleo rotondeggiante e pallido. Esso corrisponde allo *strato di Huxley* e si presenta con tale struttura per un tratto più o meno lungo a seconda dei capelli. In una seconda porzione più bassa e che va all'incirca fino in corrispondenza dello strozzamento del bulbo, mentre l'epidermide conserva i soliti caratteri, lo strato di Henle va perdendo sempre più ogni affinità per i coloranti dell'eleidina (o mostra al più qualche rara goccia tinta da essi) e all'opposto lo strato di Huxley si carica improvvisamente di un rilevante numero di gocce di vario volume che giungono anche a sorpassare quello del nucleo e che danno le seguenti reazioni: si colorano in rosso colla rodamina, colla rodamina — Victoriablau, colla indazina — Ehtrot, colla eosina — galleina, coll'eosina-aurantia-indulina, col rosso d'Acridina — cianina — picrato  $\text{NH}_4$ , in azzurro col Victoriaviolett — Safrosina, etc.

IV<sup>a</sup>. *Zona.* In un'ultima zona più bassa (*porzione bulbare o matrice*), che va dallo strozzamento soprabulbare all'estremità papillare, lo strato basale va gradatamente diminuendo di spessore, e altrettanto e in maniera ancora più rapida accade del corpo Malpighiano, e finalmente lo strato di Henle si carica di particolari formazioni che hanno l'aspetto di bastoncini corti disposti a mazze di 3 o 4 e diretti in senso parallelo all'asse del pelo. Esse danno le stesse reazioni delle gocce dello strato di Huxley.

Lo strato di Huxley conserva i suoi caratteri e le sue granulazioni come nella porzione antecedente.

Entrambi a poco a poco si assottigliano fino che terminano sulla papilla.

Abbiamo seguito il follicolo del pelo dalla superficie della cute verso la profondità; procediamo ora in senso inverso per ciò che riguarda il pelo propriamente detto.

Nella porzione bulbare e precisamente nella sua parte più bassa

noi osserviamo degli elementi giovani a tipo embrionale, basocellulare. In immediato rapporto colla papilla si trovano le *cellule matrici della sostanza midollare verso il centro*, e quelle *matrici della corteccia nelle parti rimanenti*, che si estendono fino al livello della zona equatoriale. Le prime sono grandi, debolmente colorabili, e con scarso pigmento anche nei capelli scuri, le ultime contengono sempre una certa quantità di pigmento e ne sono poi ricchissime quando i capelli sono scuri.

Al cono inferiore della papilla si addossano le cellule matrici dell'epidermica del pelo nonchè del vari strati del mantello.

E' interessante seguire l'evoluzione che i nuclei del midollo e della corteccia pilare subiscono a partire dalla matrice e andando verso l'alto. Il reticolo cromatinico subisce una specie di trasformazione granulare, per cui si formano piccoli granuli, che poi si fondono in blocchi di maggior dimensione e da ultimo in una massa omogenea. Quest'ultima dapprima si colora ancora intensamente coi colori basici, poi assume quelli acidi, e ciò accade in una zona del capello in cui esso *in toto* si colora in tal maniera. Da ultimo non si colora più affatto e al posto del nucleo rimane uno spazio chiaro rifrangente.

Questa evoluzione che è nota e ben descritta da Rabl rappresenta perfettamente l'omologo della evoluzione che ho potuto vedere alcune volte nei nuclei del corpo mucoso della cute: l'evoluzione cheratolinica.

In tutta questa zona si notano più o meno abbondantemente gocce evidentissime che si colorano in rosso colla rodamina, coll'eosina — galleina, coll'indazina — Ehtrot; in rosso e poi giallo coll'eosina — aurantia — indulina.

Mentre midollo e corteccia mostrano avere quasi un'origine comune, la cuticola del pelo appare fino dal suo inizio nettamente distinta e non mostra quasi mai pigmento e raramente gocce di eleidina.

Al punto di impianto nelle papille essa è costituita da elementi a carattere embrionale che a poco a poco assumono un aspetto piatto lamellare e una disposizione obliqua verso l'alto e in fuori e si sovrappongono così come le tegole di un tetto. Mano mano che si spostano verso l'alto tendono a raddrizzarsi. In questo stadio sono evidenti le fibrille, le quali però non hanno l'aspetto di quelle epidermiche, ma sono

piuttosto fusate, si dispongono nella stessa direzione delle cellule, e circondano come valve di una conchiglia il nucleo.

Nelle papille rotonde lo strato di Henle e di Huxley avvolgono completamente la papilla stessa; ciò può accadere, per quanto di rado, nei peli folletti.

Nelle papille incavate essi giungono fino circa alla linea equatoriale e quivi si interrompono.

Nei peli folletti non si ha la formazione di una papilla: dal fondo dell'invaginamento epiteliale si vedono elementi nucleati che assumono rapidamente i caratteri della sostanza eleidinogena, la quale altrettanto rapidamente si trasforma in eleidina vera che fa parte della massa prevalente del pelo. Quanto più piccolo è il pelo tanto più a lungo conserva il carattere eleidinico. Questo si perde solo all'uscita del pelo folletto dalla cute.

In certi peli a bulbo pieno si può vedere nel punto d'impianto della radice il formarsi di elementi di figura irregolarmente stellata, che si tingono in rosso vivo col metodo al Victoriaviolett — Safrosina.

Passato il cono bulbare, la corteccia e il midollo si differenziano più nettamente, mentre la cuticola conserva in generale i caratteri di prima. Solamente le sue cellule si fanno vieppiù diritte e addossate obliquamente basso all'alto e dall'indentro all'infuori.

Giungiamo così alla zona nella quale vi è il distacco nettissimo delle due porzioni dello strato di Huxley: una povera di eleidina, l'altra ricchissima; a questo punto la sostanza midollare si restringe di poco e perde la massima parte dei nuclei rimanendo ricca di pigmento e di bolle d'aria. La corteccia si restringe a poco a poco e finisce per assumere le dimensioni che poi conserva in tutta la estensione. La cuticola si riduce ad un solo strato di elementi embricati. In questa zona, che sovrasta di poco quella che nel follicolo ho chiamato di transizione, si ha di caratteristico la colorazione diffusa (con i colori dell'eleidina) che è assunta da tutte tre le porzioni del pelo.

A questo punto il pelo è completamente costituito.

Giunto in corrispondenza della regione in cui lo strato di Henle si fa spesso e ricco di eleidina, allora la corteccia perde il suo colorito diffuso, la sost. midollare invece si colora ancora intensamente e diffusa-



mente per breve tratto; la cuticola si colora per tutto il rimanente del suo decorso intracutaneo in maniera diffusa in rosso coll'eosina — galleina, in giallo coll' eosina — aurantia — indulina. Col metodo al rosso di acridina — eritrosina — cianina — picrato di  $\text{NH}_4$  si riesce alcune volte a differenziare la cuticola (azzurro cupo) dall'epidermicola (giallo verdastro).

I peli, soprattutto i folletti, si colorano molte volte in giallo oro col metodo eosina — aurantia — indulina, e in giallo paglia coi metodo rosso d'acridina — cianina — picrato di ammonio.

La descrizione che ho dato è quella che ho potuto riscontrare nei peli completi, adulti del capillizio e delle sopracciglia, e la si può vedere specialmente sopra sezioni opportunamente cadute in maniera da interessare il pelo per tutta la sua lunghezza.

Si è sostenuto, dopo le ricerche di Waldeyer e Ranvier, che la cheratinizzazione del pelo si effettua senza la formazione intermedia di cheratojalina.

Posner, Selhorst e Mertsching invece trovarono granuli cheratojalinici nelle cellule midollari, in quelle cilindriche della papilla e nella guaina interna della radice.

In realtà la cheratojalina può mancare, ma si può all'opposto trovarla, e con frequenza, in tutte le porzioni del follicolo e del pelo e sempre come prestadio della eleidina. Del resto il particolare processo di regressione nucleare, descritto da Rabl, e che ho ricordato non è che un fenomeno di evoluzione cheratojalinica del nucleo.

Una questione importante è quella che concerne la particolare sostanza che abbiamo veduto presentarsi in forma di gocce nello strato di Huxley e di bastoncini in quello di Henle, e che si trova anche nella zona matrice soprapillare, tanto nella regione del midollo quanto in quella della corteccia, e che Vörner ha denominato tricojalina.

Waldeyer vide questa sostanza nel midollo.

Ebner la riscontrò nella guaina radicolare.

Ranvier e Brunn poterono dimostrarla nell'epidermicola (contrariamente a Gavazzeni).

Köl liker, Ranvier, Unna e Gavazzeni poterono dimostrarla nelle cellule della matrice, ciò che invece non riuscì a Rabl, Brunn, Vörner.

Sulla sua natura si è molto discusso: si ammise dapprima che corrispondesse alla cheratojalina: Köl liker aveva fatto notare che queste gocce si rigonfiano con acido acetico e impallidiscono; Rabl insistè sul fatto che non si colorano coll'ematossilina ma prediligono l'eosina e sòno quindi più da avvicinarsi alla eleidina.

Allo stato attuale la questione si può così riassumere:

1. La tricojalina è identica alla cheratojalina (Waldeyer, Brunn).
2. La tricojalina è l'omologo dell'eleidina (Ranvier<sup>1</sup>), Köl liker, Rabl).

3. La tricojalina è una formazione *sui generis* che va distinta tanto dall'una che dall'altra (Vörner, Gavazzeni), perchè possiede particolarità chimiche, fisiche, e tintoriali tutte proprie. Così ad es., vi sono sostanze che colorano la cheratojalina ma non la tricojalina, altre che le tingono entrambe; la massima parte dei colori dell'eleidina non colorano la tricojalina<sup>2</sup>). Ed è per queste ragioni che Vörner, troncò la questione dandogli un nome generico e la chiamò *tricojalina*. Tale denominazione però pregiudica la sua natura, lasciando supporre che sia simile alla cheratojalina.

Da quanto ho esposto credo non vi possa rimaner dubbio sulla natura di tale sostanza: essa è un'eleidina. Si potrà discutere se si debba considerare come eleidina pura o sostanza eleidinogena o cheratinogena. Se ci si riporta alla reazione di queste sostanze in relazione con quelle date dall'organo pilifero, e che sono riferite nella tabella possiamo dedurre quanto segue:

a) Le sostanze rilevabili nella porzione bulbare (matrice) dànno le seguenti reazioni:

1. La sostanza che raramente in maniera granulare o diffusa appare nella matrice del midollo e della corteccia dà nella massima parte dei casi dapprima le reazioni della sostanza eleidinogena che può rimanere tale e quale oppure può mutarsi poi in quelle della eleidina pura.

<sup>1</sup>) Non si dimentichi peraltro che per Ranvier e gli aa. francesi in genere, eleidina è sinonimo di cheratojalina.

<sup>2</sup>) Gavazzeni (l. c. p. 231) ha usato sost. coloranti del cheratinogeno (L. M.).

Metodi	Matrice del pelo					Letto del pelo	
	Midollo	corteccia	cuticola del pelo	strato di Huxley	strato di Henle	strato di Huxley	strato di Henle
Eosina + aurantia + indulin.	rosso e poi giallo	rosso e poi giallo	giallo oro	rosso	rosso	—	—
Rosso di acrina + cianina + picrato NH <sub>4</sub> .	rosso e poi giallo	rosso e poi giallo	giallo	rosso	rosso	azzurro	azzurro
Victoria- ioletti + Safrina.	rosso	rosso	rosso	azzurro	azzurro	rosso	rosso
Eosina + Falleina.	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	violetto	violetto
Rodamina + Victoriablau.	rosso	rosso	—	rosso	rosso	bleu	bleu
Indazina + Cettröh.	rosso	rosso	—	rosso	rosso	violetto	violetto

2. La sostanza che appare in forma di gocce, bastoncini, granuli, nelle cellule degli strati di Huxley e di Henle dà più frequentemente le reazioni della sostanza eleidinogena.

3. La cuticola del pelo si tinge invece diffusamente ora coi reattivi dell'eleidina pura ora con quelli della sostanza eleidinogena.

b) Le sostanze che in maniera diffusa tingono gli strati corrispondenti a quelli di Henle e di Huxley nel letto del pelo possono colorarsi tanto coi reattivi dell'eleidina quanto con quelli della sostanza eleidinogena e rispettivamente cheratinogena.

Se poi si fanno agire i reattivi puri dell'eleidina da soli, tutte queste sostanze si colorano con essi.

Queste sono quindi indubitatamente eleidine ma non è possibile per ora affermare precisamente a quale varietà di esse appartengano.

In conclusione ritengo che assai più giustamente si possa parlare di *tricoeleidina*, anzichè di tricojalina, tanto più che, come ho detto, può esistere la cheratojalina vera e propria.

Un'altra questione che a me pare molto interessante, è quella che riguarda il meccanismo della funzione del pelo. Si ammette in generale

che il pelo nasca e si sviluppi a spese della matrice posta sopra alle papilla e fin qui non v'è nulla da obiettare. Però la massima parte degli autori sostiene che gli strati di Huxley e di Henle subiscono uno sviluppo dal basso verso l'alto: lo strato inferiore (porzione bulbare) provveduta di gocce o bastoncini di sostanza tricojalinica (cioè tricoeleidinica), equivarrebbe al granuloso, la porzione quasi incolore, superiore corrisponderebbe al lucido, e finalmente più in alto si avrebbe il corneo.

Morfologicamente il concetto è errato perchè, come ho potuto, dimostrare, il corneo non esiste, e se di granuloso può esservene traccia, questo però non corrisponde alle cellule di Henle o di Huxley i cui granuli sono fatti di eleidina, di cui invece è privo il supposto strato lucido. Oltre a ciò io ritengo che nei due strati in questione, l'accrescimento non avvenga dal basso all'alto per tutta la sua estensione ma, che nella porzione del letto pilare sia prodotta dalle cellule delle guaine.

Difatti nella zona infundibolare l'epidermide funziona all'incirca come quello della cute glabra, con poche varianti che abbiamo veduto. Passato il colletto, quando si giunge nella regione mediana, che ho chiamato letto del pelo, perchè in esso scorre il pelo già completo, si costituisce subito un manicotto provveduto di un denso strato di eleidina, che, avvolge e protegge la radice pilare. Questa eleidina sarebbe (secondo l'opinione comune), la continuazione degli strati profondi di Huxley e di Henle. Ora anche teoricamente si può domandare: a che cosa serve il ricco strato epidermico provveduto di uno strato basale completo e di un alto corpo mucoso, quando esso rappresenti un puro organo di sostegno? Non è più logico supporre che quella eleidina che abbondantemente vi si riscontra sia una produzione locale, autoctona di tale strato epidermico?

E l'ipotesi mi pare sia abbastanza confortata dai fatti; non solo in questa zona si può trovare uno strato granuloso provveduto di cheratojalina, ma in certi preparati è possibile vedere le forme di transizione tra le cellule del corpo Malpighiano e quelle dello strato eleidinico. E' vero che una produzione così abbondante ed entro particolari elementi foggiate a scaglie, è un fatto nuovo che non ha riscontro in alcuna altra parte della cute, ma ciò non ci deve stupire quando si pensi alla funzione particolarissima della corneificazione del pelo.



Naturalmente con tale concetto, scompare ogni distinzione tra guaina epiteliale esterna e guaina epiteliale interna, non si può più parlare di cuticola della guaina interna (che in realtà non è facile dimostrare), ma si dovrà invece considerare la zona mediana del follicolo come costituita da un corpo Malpighiano che ha l'ufficio di produrre in loco, in maniera autoctona un abbondante strato di eleidina, che forma al pelo un manicotto di protezione e di scorrimento.

Che questi due strati lamellari, che danno le reazioni delle sostanze eleidiniche, siano un prodotto della guaina è appoggiato dalla presenza di un sottile straterello intermedio che talora si può mettere in evidenza, che dà la reazione dello str. eleidinogeno, ad es., in preparati colorati con indazina — Ectroth. Negli stessi preparati si può vedere talora che certi peli a bulbo pieno al loro costituirsi iniziale nella regione radicolare si colorano coll'Ectroth (s. eleidinogena) e questa reazione si interrompe bruscamente nel passaggio alla zona mediana, quando cioè il pelo è già costituito.

Dalla porzione mediana a quella ultima profonda bulbare, si passa pure con limite netto e in due maniere: o vi è una corta zona fatta di elementi nucleati privi di ogni sostanza endoplasmatica, o a livello dello str. di Huxley si passa immediatamente da una zona provvoluta di eleidina diffusa a un'altra fornita di eleidina granulare.

La struttura qui è caratteristica e anche abbastanza curiosa; ci si può dimandare a cosa serva questa ricca produzione eleidinica distante dal pelo da cui è separata dall'epidermica che qui è fatta di due o tre strati di cellule almeno.

Siccome molte volte nella parte più alta lo strato di Huxley perde all'improvviso le sue granulazioni, e si ha una subitanea cromofilia diffusa sia della epidermica, sia anche della corteccia e della sostanza midollare, si potrebbe pensare che questa sostanza si riversasse in seno al pelo stesso. Ma alle volte il fenomeno non accade e allora la spiegazione non serve. Si potrebbe supporre che servisse di materiale di riserva soprattutto utilizzato durante le mute successive dei peli<sup>1)</sup>, ed è un'ipotesi questa abbastanza plausibile.

---

<sup>1)</sup> Il fenomeno merita di essere studiato negli animali nell'epoca delle mute stagionali.

Si potrebbe ancora pensare ad un fatto per così dire, atavistico. Supponendo che le cellule delle papille abbiano conservato la loro funzione allo stato di potenzialità latente, siccome esse in origine rappresentano un'introflessione dell'epidermide, che, ulteriormente a livello della papilla, ha subito una estroflessione, e tenuto conto che al di sotto del colletto non si ha più produzione di cheratina (come del resto può accadere anche nella cute glabra), noi potremmo stabilire le seguenti equivalenze:

$$\left. \begin{array}{l} \text{(Epi-} \\ \text{der-} \\ \text{mide)} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Strato basale} = \text{sostanza midollare} \\ \text{,, spinosa} = \text{,, corticale} \\ \text{,, lucido}^1 = \text{cuticola.} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Strato basale} \\ \text{,, spinosa} \\ \text{,, lucido}^1 \end{array}} \right\} \begin{array}{l} \text{(Pelo)} \end{array}$$

Accade allora, che nella porzione più bassa noi veniamo a trovare due strati lucidi uno di fronte all'altro: quello di Henle prodotto dall'epidermide del follicolo e in cui l'eleidina si forma a scaglie od a bastoncini in analogia a quanto accade nel letto del pelo, e quello di Huxley prodotto dalla cuticola, quivi spessa di tre o quattro file di cellule. E'una concezione che mi limito a esporre come del resto è una semplice ipotesi quella che ho creduto di enunciare.

A parte ogni ipotesi, credo ad ogni modo che sarebbe giusto attualmente abbandonare ogni distinzione fra guaina esterna e interna.

Riassumendo brevemente, così ritengo che si possa tratteggiare la struttura del pelo e del suo organo di generazione, di nutrizione e di sostegno, che è il follicolo.

I. *Regione inferiore bulbare o matrice del pelo.* Il corion papillare forma quivi una guaina di sostegno e una papilla analoga alle papille della cute, racchiudente vasi e nervi.

Il follicolo forma un tubo cavo che si innesta sulla papilla (peli a bulbo cavo) oppure circonda a cul di sacco l'estremità bulbare del pelo (peli a bulbo pieno); è costituito da uno strato basale, un corpo mucoso con elementi assai poveri e spesso anzi mancanti di fibrille, e due strati particolari, sovrapposti in cui si ha la produzione di una peculiare sostanza eleidinica che dà in massima le reazioni dell'eleidina pura: in quello più esterno essa assume la forma di squame o bastoncini

<sup>1)</sup> Il cheratojalino può mancare ed ha del resto un ufficio accessorio.

allungati nel senso del maggior asse del pelo (strato di Henle), in quello più interno la forma di gocce, di sfere, di globi (str. di Huxley).

L'apparato pilare forma quivi il bulbo o matrice del pelo, costituito da elementi d'aspetto embrionale, e in cui si osservano altresì numerose cellule pigmentarie, bolle d'aria, grani di pigmento e la formazione di gocce di eleidina che dà in massima le reazioni della sostanza eleidinogena. Di essa è ricca soprattutto la sost. midollare; la cuticola è invece ricca di fibrille.

II. *Regione di transizione.* Si inizia al punto dove si perdono le gocce di eleidina dello strato di Huxley (strozzamento soprabulbare) e si continua col letto del pelo. In essa si può notare uno spazio più o meno ampio, che può anche mancare; lo strato di Huxley è fatto di cellule nucleate prive di granulazioni eleidiniche; quello di Henle mostra degli elementi squamiformi, che si tingono diffusamente coi reattivi dell'eleidina.

III. *Letto del pelo.* In una zona superiore alla precedente gli stessi caratteri sono assunti dallo strato di Huxley e noi possiamo allora constatare, che il follicolo è costituito da uno strato basale, da un corpo Malpighiano ben sviluppato e da una compatta zona di elementi eleidinici squamiformi che sono le continuazioni degli strati di Henle e di Huxley.

Il pelo è quivi già completamente costituito e scorre sul manicotto di eleidina. Può mostrarsi diffusamente colorato, soprattutto a carico dell'epidermica, oppure presentare delle gocce di eleidina specialmente nella sostanza midollare.

IV. *Regione superiore o infundibolare.* Va dal colletto alla superficie della cute. Il follicolo forma a livello del colletto uno strozzamento e impedisce in tal maniera allo spesso strato lucido della regione precedente di fuoriuscire. Al di sopra del colletto l'epidermide ha la struttura della cute e presenta una discreta produzione cheratinica membranosa. Da principio si notano speciali avvallamenti regolari che fanno quasi da valvole, poi si forma uno zaffo di cheratina lamellare che occlude l'orificio mentre le pareti della cavità del follicolo si allargano ad imbuto. Si ha un vero e proprio apparecchio di protezione e di chiusura della cavità pilare la quale in tal maniera è posta al riparo dagli agenti esterni.

Il pelo vi scorre già completamente costituito e per lo più già del tutto incolore.

Tale la struttura del follicolo e del pelo nel più completo sviluppo, di ogni loro parte: da questo agli esili peli folletti sprovvisti di sostanza midollare esiste una infinità di forme di transizione.

Prima di terminare voglio fare un accenno relativamente al chimismo della corneificazione del pelo. Senza entrare in dettagli per ora e riservandomi di trattare più ampiamente altrove la questione, desidero solo ricordare come il pelo nella porzione radicolare più giovane, dia al pari della tricoeleidina, le reazioni della lacca rameico e cromematossiliniche e quella cromocrisoidinica; dimostra cioè di contenere del grasso, ciò che non si osserva che in minima parte per la cheratina della cute glabra. Questo fatto prova che la corneificazione del pelo si effettua con intervento di sostanze grasse contrariamente a quanto era ritenuto finora.

### Spiegazione delle tavola.

Disegno tratto da una microfotografia fatta con lastra autocromatica Lumière di un preparato colorato con ematossilina e rodamina. Si vede il modo di disporsi complessivo della tricoeleidina colorata in rosso, in un pelo di sopracciglio di un uomo di 20 anni.

### Letteratura.

(Degli autori ricordati nel testo e qui non riferiti la citazione è negli altri lavori sulla funzione eleido-cheratinica delle cute umana normale.)

Branca, *Annales de Dermat.* 1910, 184.

Brunn, v., *Arch. f. Mikrosk. Anat.* XLI e XLIV, 207.

Ebner, v., *Sitzungsber. d. k. Akad. Wissensch. Wien.* 1876, LXXIV, III Abt.

Eméry, *Arch. Sc. phys. et nat. de Genève* 1894, XXX.

Flemming, *Monatsschr. f. prakt. Dermat.* 1884, III.

Gavazzeni, *Monatsschr. f. prakt. Dermat.* XLVII, 1908, p. 229.

Giovannini, *Vierteljahresschr. f. Dermat. u. Syph.* 1887, XIV.

—, *Archiv f. Mikrosk. Anatomie*, 1890, XXXV.

—, *Anat. Anzeiger.* 1914, p. 578.

Günther, *Haarknopf u. innere Wurzelscheide des Säugetierhaares.* Inaug. Dissertat. Berlin 1895.

Meirowsky, *Archiv f. Dermat. u. Syph.* Bd. 113, 1.

Mertsching, *Arch. f. mikrosk. Anat.* 1887, XXXI.



- Moleschott, Müller's Archiv XII, 305.  
Nathusius, Zool. Anzeiger XV, 1892, 395.  
—, Arch. f. mikrosk. Anat., 1894, XLIII, 148.  
Riehl, Vierteljahresschr. f. Dermat. Syph. 1884.  
Schulin, Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte 1876, II. Bd.  
Stieda, Biolog. Zentralbl. 1887, VII.  
Unna, Monatshefte f. prakt. Dermat. 1883.  
—, Arch. f. mikrosk. Anat. XII, 735.  
Vörner, Dermat. Zeitschr. 1903, X.  
Waldeyer, Atlas der menschlichen und tierischen Haare, 1884.
-

## Nuovo contributo alla conoscenza delle espansioni sensitive dei Rettili, e considerazioni sulla tessitura del sistema nervoso periferico.

Ricerche del

Dott. **Augusto Stefanelli.**

(Con 10 Fig.)

In uno scritto precedente<sup>1)</sup> mi sono occupato dei dispositivi microscopici della sensibilità cutanea e nella mucosa orale dei Rettili. Avendo continuate le ricerche sul medesimo argomento, e di più avendole estese anche agli apparati espansionali di senso in altri organi, ho potuto ottenere delle impregnazioni all'oro sempre più soddisfacenti; che, se da una parte corroborano quanto ho avuto a sostenere nello scritto su citato, dall'altra mi danno nuova materia per una più esatta conoscenza nel campo della tessitura del sistema nervoso periferico.

Ritornando dunque sullo stesso argomento mi propongo di ribadire i concetti altre volte espressi e di illustrare più dettagliatamente il risultato delle mie osservazioni.

\*

\*

\*

I nervi della cute provengono da un *plesso profondo*, dal quale si origina un *plesso superficiale* a maglie come romboidali e con angoli, che corrispondono al centro basale delle papille cutanee.

Negli animali con strato cutaneo molto semplice, come quello dei Gechi, nel quale sono assai scarse le strutture fibrillari del connettivo, i fasci nervosi sembrano del tutto sprovvisti di fibre amidollari; mentre non è difficile riscontrarne in quelli, che corrono nello strato sotto-cutaneo

---

<sup>1)</sup> *A. Stefanelli*: Sui dispositivi microscopici della sensibilità cutanea e nella mucosa orale dei Rettili; Internat. Monatsschr. XXXI Bd., 1914.

degli Ofidi e degli altri Rettili, che l'hanno più complesso ed elastico. Non che nei Gechi manchino del tutto fibre amidollate, ma queste hanno un decorso fuori dai fasci nervosi del plesso superficiale e lungo le pareti dei vasi sanguigni.

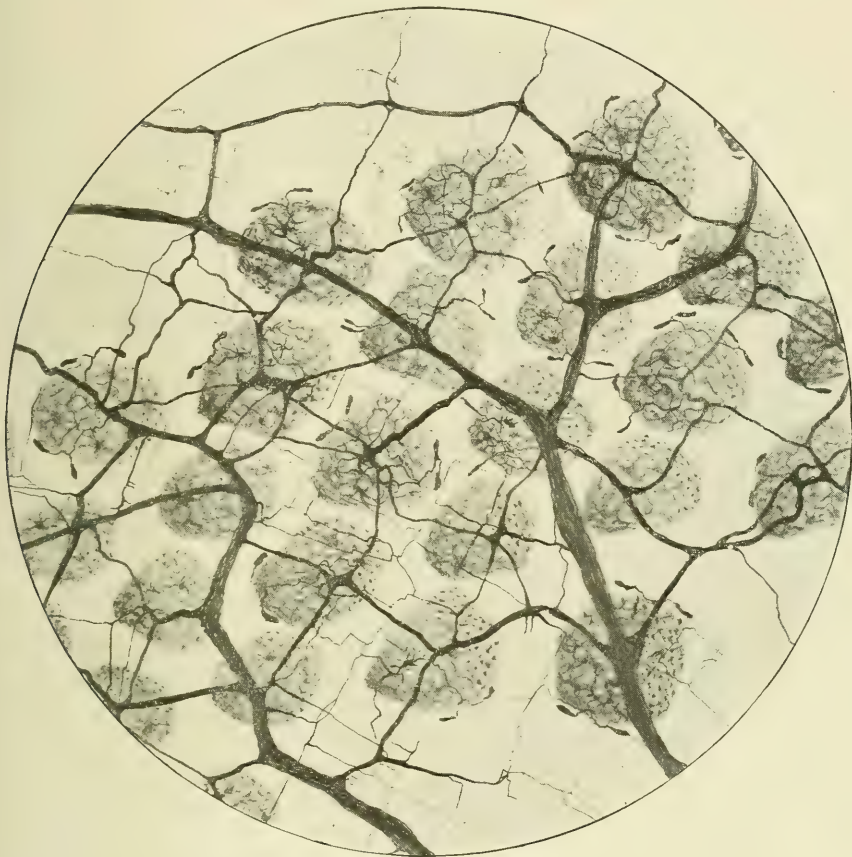


Fig. 1.

Veduta d'insieme dell'apparato nervoso cutaneo di *Platydictylus mauritanicus*.  
( $\frac{1}{2}$  Kor.)

Detto plesso ad ogni modo ha sempre la caratteristica configurazione che, fondamentalmente, si riscontra nei Gechi. La *Fig. 1* ne è un chiaro esempio: vi si notano in uno strato più alto i rami del plesso i quali, costituendo maglie pressochè romboidali, s'incontrano fra loro in punti, corrispondenti al centro delle singole papille cutanee, che occupano lo strato più profondo del disegno. E ciò perchè ogni

papilla riceve la sua innervazione direttamente dai punti nodali del plesso superficiale, sì che ad intervalli determinati si spiccano da essi perpendicolarmente ramuscoli destinati alla sensibilità papillare.

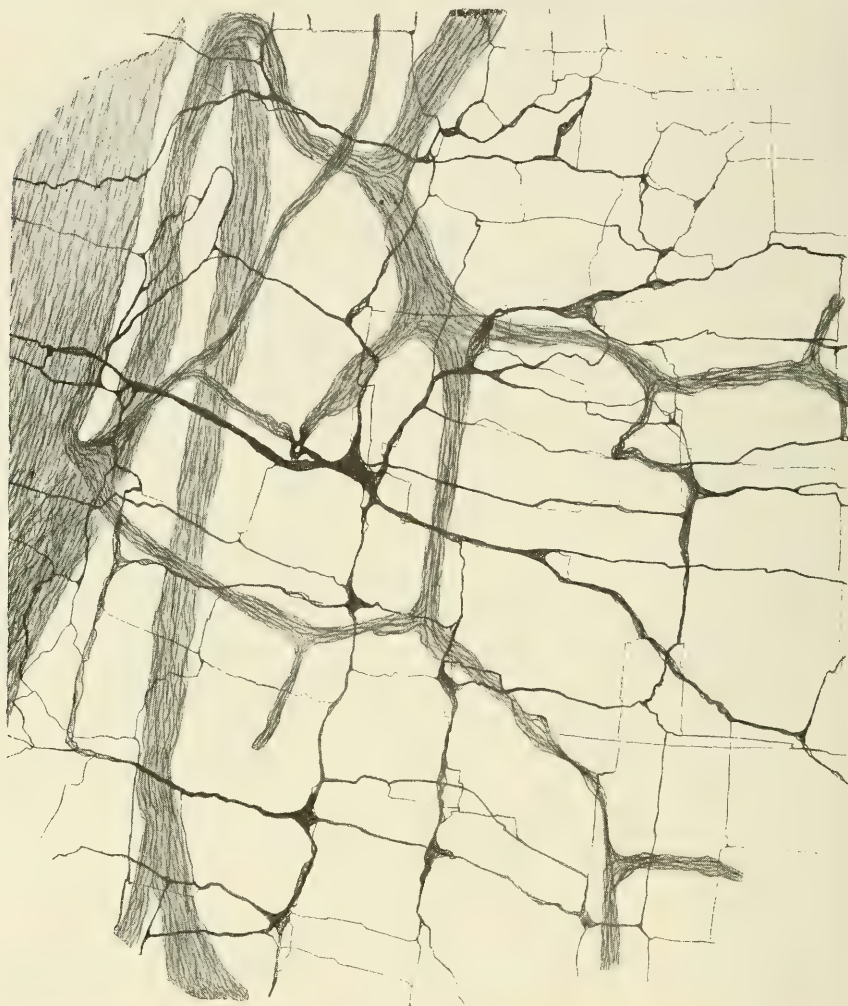


Fig. 2.

Rete nervosa sotto-papillare e plesso superficiale sottostante da cui quella si origina; cute di *Platydictylus mauritanicus*. ( $\frac{3}{6}$  Kor.)

Ma ancora osservando la *Fig. 1* si ha da notare come altri fili, anche da punti diversi del plesso superficiale, fuoriescono per costituire un fine reticolato a maglie rettangolari e situato nello strato sotto-papillare.



Meglio questa *rete sotto-papillare* è rappresentata nella *Fig. 2*; ma questa volta il disegno è stato eseguito osservando la preparazione dal lato epidermoidale, sì che i fasci del plesso superficiale sono rimasti sottoposti alla formazione sotto-papillare. Ad ogni modo assai caratteristica è la sua conformazione a maglie rettangolari, ed involge, continua ed uniforme, in senso orizzontale, tutto lo spazio cutaneo sotto-papillare. Solo in vicinanza delle labbra si modifica alquanto, le sue maglie divenendo più serrate ed irregolari, e presso l'imbocco delle papille, perchè vi si insinua per continuarsi con la rete *intra-papillare* di distinta provenienza. Infatti questa deriva da fasci nervosi che, direttamente e senza ramificarsi, si dipartono dai nodi del plesso superficiale.

Dopo lungo esame ho dovuto convincermi che la rete sotto-papillare rappresenti un' unica ed ampia espansione di senso: perchè, chiusa in sè stessa, i suoi fili provengono da fibre midollari che, dopo un lungo strozzamento pre-espansionale, si dividono e suddividono, fra loro anastomizzandosi e con le ramificazioni simili di altre fibre nervose della stessa provenienza. La regolarità poi delle maglie rettangolari della rete è dovuta al fatto, che i fili nervosi si accompagnano ai prolungamenti protoplasmatici delle cellule connettive, le quali sono di identica struttura di quelle corneali: hanno corpo appiattito con lunghi prolungamenti pure appiattiti e con decorso, sempre sullo stesso piano, marcatamente a zig-zag. È ad essi che i fili nervosi della rete si accompagnano, ed in alcuni punti sembra come se con essi stessi si fondano; sebbene ciò ad un esame più accurato si debba assolutamente escludere. Ed a questo fatto è dovuto se spesso i fili si mostrano come compressi ed in alcuni punti addirittura sfenestrati o contorti: perchè i prolungamenti connettivi si colorano all'oro più debolmente dei fili nervosi, e, dove fra loro vengono a contatto, i primi impediscono che questi ultimi specificamente si colorino. Così pure le immagini contorte dei fili nervosi vanno senza dubbio riferite al fatto che essi rimangono attraversati obliquamente dai prolungamenti delle cellule connettivali, i quali alle volte sembrano anzi come se vi si ravvolgano intorno a spirale.

L'interessante si è però che la rete provenga, come di fatto, da

fibre midollate dopo un lungo strozzamento e che sia chiusa in sè stessa, non osservandosi mai che da essa emanino fili, che corrano a terminarsi o liberamente o a costituire delle formazioni corpuscolari qualsiasi. Ciò ci autorizza a pensare con fondamento che trattasi di una *rete diffusa con significato di espansione*. Si può seguirla fino agli orli delle labbra e di qui ripiegarsi ed invadere per un certo tratto la mucosa orale, accompagnandosi ad una densa rete di capillari sanguigni. A misura che c'inoltriamo nel cavo boccale questa disposizione viene man mano sostituita da fili nervosi provenienti dal fondo della bocca, i quali si ramificano pure intorno ai capillari, fatti straordinariamente più numerosi. Ma qui si semplicizza quella parte corrispondente al plesso superficiale cutaneo e ci troviamo spesso in presenza di qualche grossa fibra midollare isolata, la quale, dopo un lungo strozzamento pre-espansionale, abbondantemente si ramifica in varie ed opposte direzioni, fino a costituire una complessa rete intorno a quella dei capillari. A sua volta questa rete diffusa, emanante da una fibra nervosa midollata, in vari punti con altra di origine simile si fonde, e così intimamente il tutto si mescola con una rete simpatica estesa e fitta (la quale manca nello strato sotto-cutaneo della superficie esterna del corpo), che ne è resa difficile l'esatta riproduzione.

Per il fatto che questa rete complessa non prende alcun rapporto intimo con i capillari, e che si trova maggiormente sviluppata in punti dove nessuna forma espansionale di senso è dimostrabile, sono indotto a credere che abbia a trattarsi di una vera espansione nervosa sensitiva allo stato diffuso, non potendosi ammettere che la mucosa orale sia per gli ampi tratti da detta rete abbracciati insensibile.

E che cos'altro sono quelle che noi denominiamo espansioni, se non il condensarsi in punti limitati di un simile reticolo diffuso periferico: in altri termini se non punti nodali a maglie più serrate di una rete generale, che intimamente involge e compenetra i tessuti, per meglio localizzare e precisare gli stimoli periferici?

Dunque la rete sotto-papillare emana da lunghi strozzamenti pre-espansionali delle fibre midollate, che costituiscono il plesso superficiale; rimane chiusa in tutta la sua estensione, perchè mai è stato possibile

riscontrare fili oltre di essa per altra destinazione o costituenti distinte formazioni espansionali; infine, in corrispondenza delle papille, invia alle volte qualche esile maglia, non mai fili isolati, verso la rete papillare, con la quale in tal guisa si fonde.

Ciò posto, qual altro significato potrebbe attribuirsi ad un dispositivo così caratteristico ed ampio e bene individualizzato in tutta la sua estensione, se non quello di un'espansione diffusa, dato ancora il territorio che rimane ad innervare, assolutamente privo di ogni altra forma di espansione, e la sua struttura con cellule connettive di sostegno?

Ad essa, come a quella descritta nella mucosa orale, spetterebbero le percezioni di senso generale non localizzato, mentre quelle di quest'ultimo ordine spetterebbero alle espansioni propriamente dette, libere o incapsulate, che si trovano limitate in punti ben determinati dell'organizzazione.

Il fatto che queste reti si accompagnano, specie nella bocca, ai vasi, ciò non prova che ad essi sien destinati; piuttosto dovrebbe pensarsi il contrario, che cioè i vasi sien destinati allo scambio nutritivo dei fili sensitivi.

Così molto chiaramente avviene in altri organi, dove non è possibile confondere il significato sensitivo delle reti nervose sol perchè si accompagnano a quelle dei capillari; e ciò perchè danno sul loro percorso origine a formazioni espansionali caratteristiche non mai a contatto delle pareti vasali, sibbene in loro immediata vicinanza. Ma a queste formazioni si passa per gradi insensibili, sì che esistono anche estesi tratti delle reti suddette senza che di esse espansioni mostrino alcuna traccia, appunto come avviene per quella della mucosa orale e per la rete sotto-papillare cutanea. Non abbiamo quindi elementi per assicurare che queste sieno di pertinenza dei vasi, specialmente perchè non le vediamo mai in rapporti intimi con essi, ed anche per analogia con quanto avviene nelle forme classiche di espansioni sensitive, nelle quali fitte reti capillari penetrano non certo per esserne innervate, ma per provvedere agli attivi scambi nutritivi di esse: dovremmo così assicurare piuttosto che i vasi sono destinati alle reti nervose e non già il contrario. Le reti alle quali ho su accennato ci danno poi maggior sicurezza per potere ciò affermare.

È nello strato sotto-mucoso dell'esofago e dello stomaco del Geco che esse si osservano, costituite di fili spesso a contorno irregolare e irregolarmente colorabile per la presenza di piccoli granuli; questi danno ai fili stessi un aspetto come spinoso, alquanto assomigliabile alle *striscette nervose del Crevatin* nel corio della congiuntiva. Ma spesso avviene che le granulosità si raggruppano più strettamente fra di loro e, portate da sottili peduncoli, finiscono col costituire come dei grappolini di aspetto assai vario e di varia estensione.

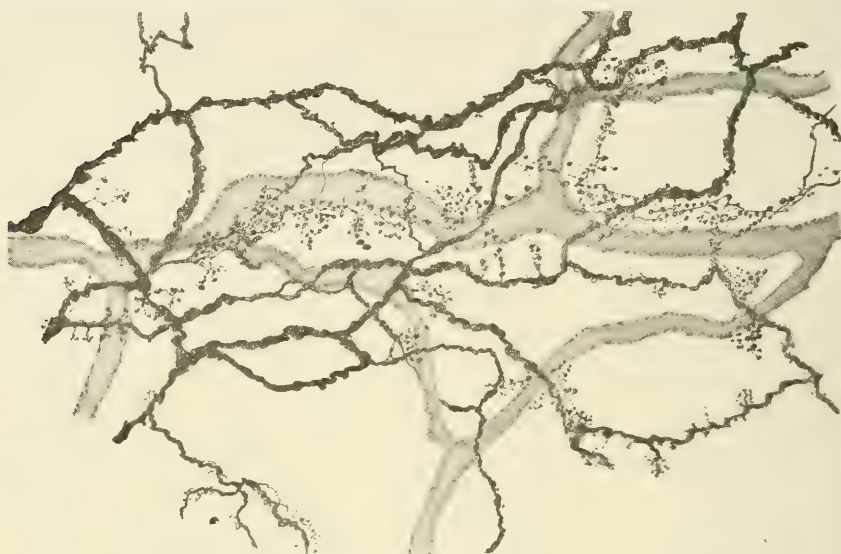


Fig. 3.

Expansioni nervose in prossimità dei capillari nello strato sotto-mucoso dello stomaco in *Platydictylus mauritanicus*. ( $\frac{3}{8}$  Kor.)

Nella *fig. 3* sono ritratti alcuni aspetti delle disposizioni descritte, ed è notevole la ricchezza di dette infiorescenze in prossimità immediata delle pareti capillari, sebbene chiaramente ad esse non destinate. In altri punti però la stessa rete nervosa è molto più povera di infiorescenze e finalmente ne può del tutto mancare, assomigliandosi allora alle disposizioni reticolate del cavo boccale; ciò non pertanto siamo ormai sicuri che essa è di natura sensitiva, e non già di pertinenza dei vasi, intorno ai quali si espande, per il fatto che in altri punti dà nascita gradatamente a sicure formazioni espansionali in prossimità dei capillari ma non con essi in rapporto.



È dunque possibile l'esistenza di reti nervose diffuse con significato espansionale di senso, e ciò appunto io credo che avvenga per la rete sotto-papillare cutanea e per quella della mucosa orale dei Rettili. E ciò oltre che per le ragioni fin qui dette, anche per il fatto della frequenza in questa classe di Vertebrati delle fibrille ultra-espansionali in tutte le specie di espansioni nervose e per la struttura reticolare sempre dimostrabile di queste. In quanto che le ultra-espansionali rappresentano il residuo dei fili nervosi della rete diffusa primitiva, i quali, come in origine correvano a costituire le maglie di quella, rimangono poi fra espansione ed espansione, vale a dire tra quei punti di maggior condensazione della rete; e questi, come tali, conservano struttura reticolata.

Ne risulta quindi che anche le espansioni nervose sensitive, come già ebbi a dimostrare per quelle motrici, rimangono intercalate, a mo' di punti nodali, in una rete nervosa periferica molto lassa, costituita dalle così dette ultra-espansionali, la quale non è perciò situata al di là delle espansioni, ma tutt'una con esse. Solo che a misura che la loro individualizzazione procede, tanto più rare si fanno le ultra-espansionali e quindi incomplete le reti da esse costituite. Ma la difficoltà di poterle sempre mettere in evidenza nei Vertebrati superiori non dovrebbe farci concludere, come alcuno ha creduto di fare, che costituiscono un caso eccezionale od un fatto fortuito di nessun valore e significato; dobbiamo piuttosto riflettere che ciò è causato da un continuo e progressivo perfezionamento verso un'individualità sempre maggiore delle espansioni, necessaria per meglio precisare ed analizzare le sensazioni.

Ma per quanto il perfezionamento sia inoltrato negli alti Vertebrati, rimangono sempre le ultra-espansionali, sebbene piuttosto rare, che, alla stessa guisa degli organi rudimentali delle specie, servono a guidarci ad una migliore interpretazione sulla struttura del tessuto nervoso periferico, ed a testimoniarcì sull'origine delle espansioni nervose. Ripetendo dunque quanto ho avuto a dire nel precedente scritto su quest'argomento, „bisogna convenire che dapprincipio nella filogenesi non esistessero speciali espansioni nervose nell'organizzazione animale, ma solo reti diffuse, sulle quali posteriormente si ebbero dei

punti di maggiore concentrazione per meglio localizzare gli stimoli nervosi periferici. Solo così verrebbe a darsi una più giusta interpretazione delle fibrille ultra-espansionali, le quali starebbero quali



Fig. 4.

Espansione nervosa ad alberello nella mucosa orale di *Platy-*  
*dactylus mauritanicus*. ( $\frac{3}{8}$  Kor.)

ultime rappresentanti della rete diffusa originaria, testimoniata ancora dalla struttura reticolata delle espansioni.“

Quanto minore quindi è la condensazione della rete diffusa primitiva nei suoi punti nodali, tanto più sicuramente ed abbondantemente si troveranno le ultra-espansionali, indicandoci ciò, che siamo ancora

dinnanzi ad un processo poco evoluto di individualizzazione di forme espansionali, come già ho dimostrato e figurato nel precedente scritto su questa Rivista. Se infatti osserviamo gli alberelli, che numerosi s'incontrano nella mucosa orale dei Rettili (*fig. 4*), o le espansioni gomitolari lungo le travate polmonari del Geco (*fig. 5*), siamo sicuri d'imbatterci quasi sempre in un notevole numero di ultra-espansionali, perchè ci tro-



Fig. 5.  
Espansione sensitiva nel polmone di *Platydictylus*  
*mauritanicus*.  $\left( \frac{3}{1} \frac{12}{\text{Reich.}} \right)$

viamo di fronte ad espansioni nervose ancora poco evolute. Ambedue le citate formazioni poi, derivando da fibre midollate, intimamente si mescolano con filamenti amidollari, siccome avviene nelle piastre motrici.

\*

\*

\*

Seguiamo ora l'ulteriore comportarsi del plesso nervoso cutaneo superficiale. Ho già notato nello scritto precedente come dai punti

nodali di esso si elevino compatti verso le papille dei fasci, i quali, appena giuntivi dentro, si dispongono in forma di plesso (*plesso intrapapillare*) con maglie subrotonde dapprima assai strette e dipoi più lasse man mano che penetrano più in alto. Ho notato anche come in ultimo si risolvano in un elegante e fitto reticolato (*rete intrapapillare*), che si ripiega lungo i bordi delle papille stesse, in maniera

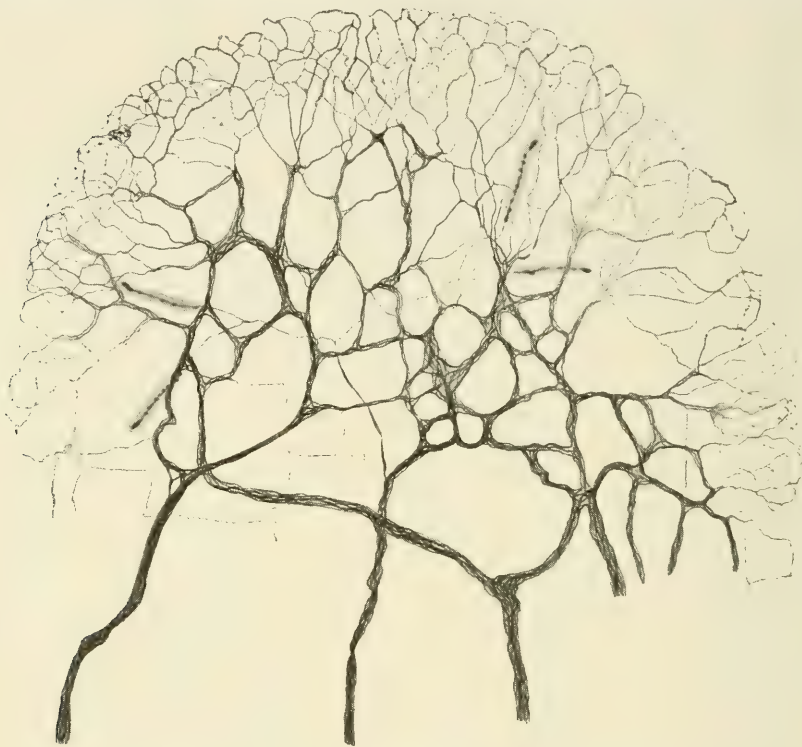


Fig. 6.

Plesso papillare con rete papillare e clavette di Krause in una grossa papilla dorsale cutanea di *Platydictylus mauritanicus*. ( $\frac{3}{3}$  Kor.)

che, imitandone la forma, incappuccia, a così dire, il plesso stesso da cui si è originato (*fig. 6*).

Detta rete intrapapillare è assai delicata nei suoi margini esterni, dai quali qualche esile filo s'insinua, per quanto non di frequente, fra i primi strati epiteliali. È però difficile seguirla sempre in tutta la sua estensione dato l'enorme sviluppo di cromatofori a questo livello, i quali la mascherano quasi completamente o la complicano con i loro prolunga-



menti esilissimi, che si colorano all'oro altrettanto bene quanto i fili nervosi. Questi prolungamenti s'insinuano nell'epitelio, dove costituiscono un delicatissimo e stretto reticolato, che facilmente potrebbe venire scambiato per nervoso.

Le maglie della rete intrapapillare, oltre a mandare propaggini nell'epitelio, in basso finiscono per fondersi con quelle della rete sottopapillare, già come di natura sensitiva considerata. E come tale io penso debba andar considerata anche la rete intra-papillare.

Ed infatti è mai possibile pensare che tutta la sensibilità cutanea nei Rettili debba esplicarsi per via delle sole *clavette di Krause*, che pur essendo generalmente in numero di quattro intorno alle papille maggiori, si riducono a due in quelle di mediocre sviluppo, ed infine mancano del tutto nelle minori? Dovremo dunque considerare queste come insensibili, pur essendovi bene sviluppata la rete intra-papillare? Se così fosse, insensibili sarebbero anche le numerosissime papille della lingua, che pur sappiamo compiere, specie negli Ofidi, una notevole funzione tattile. Infatti mai mi è stato dato osservare altre formazioni nervose, eccetto la rete intra-papillare, nelle papille della superficie della lingua e neppure in quelle terminali, che finiscono per dare a quest'organo il caratteristico aspetto bifido.

Io credo perciò più logico anche alla rete intra-papillare attribuire significato di espansione nervosa diffusa di senso, tanto più se consideriamo che le clavette di Krause sarebbero insufficienti a spiegare tutta la grande e varia sensibilità cutanea, e che esse si originano dagli stessi tronchi nervosi, che corrono al *plesso* ed indi alla *rete intra-papillare*.

Osservando infatti la *fig. 6* si ha da notare come da un fascio nervoso, che va a dette formazioni, emani ad un certo punto una fibra midollare, che si biforca dicotomicamente in due lunghi ed esili filamenti pre-espansionali, e come questi alla lor volta si biforchino pure nella stessa maniera per dare origine, nello spessore stesso della papilla, a quattro eleganti clavette di Krause. Nella *fig. 1* però è indicata la posizione più comune di esse fuori ed intorno ai margini delle papille. Fatto che del resto ho già notato nelle scritto precedente, dicendo a proposito di questi classici corpuscoli di senso, che

„... si originano da alcune fibre midollate che, senza prendere parte alla formazione del plesso papillare, si rendono presto indipendenti dai fasci, che corrono a costituirlo, e, dopo di essersi più volte biforcate dicotomicamente, finiscono in semplici clavette, situate nello spazio compreso tra le papille, o ripiegate sui bordi esterni di queste quasichè cercassero di venirne in contatto; più raramente rimangono racchiuse nelle papille stesse.“ Ora io penso che anche la disposizione generale delle clavette fuori dalle papille ci spinga a credere che le



Fig. 7.

Fig. 8.

Clave sensitive nel pericondrio delle capsule articolari di *Platydactylus mauritanicus*. ( $\frac{1}{7}$ \* Kor.)

papille stesse debbano avere nervi sensitivi propri, i quali altrove non potrebbero cercarsi se non nelle disposizioni a rete già descritte.

\*

\*

\*

In quanto alle clave di Krause giova ricordare che rappresentano il primo gradino verso maggiori complicazioni, che finiscono col condurre alle strutture ormai note dei corpuscoli di Pacini da una parte, e di Golgi-Mazzoni dall'altra dei Vertebrati superiori; di queste complicazioni un indizio si nota già nell'organizzazione stessa dei

Rettili. Così nel pericondrio delle capsule articolari del Geco si riscontrano numerose clave di sostanza granulosa con fibra assiale non più unica, come quella delle clave di Krause, ma più volte e variamente ramificata e circonvolta con numerose varicosità a bottone



Fig. 9.

Veduta d'insieme delle formazioni a pino nelle papille della mucosa orale, fiancheggiando le creste dentarie. Microfotografia di un preparato su materiale di *Elaphis quadrilineatus*.

(fig. 7 e 8). Forme simiglianti esistono anche nello strato sotto-mucoso del palato negli Ofidi, dove il connettivo si fa più ispessito e ricco di formazioni fibrillari: alcune rimangono sparse qua e là isolate e senza un ordine apparente, ma le più sono associate insieme dentro alle papille lungo le creste dentarie, dove costituiscono le formazioni piniformi già da me illustrate. Anche qui, come nella cute, dai punti

nodali di un plesso superficiale partono compatti i tronchi nervosi che, giunti direttamente nelle papille, invece di originare una rete intra-papillare, vi costituiscono un gran numero di clave, disposte in modo da simulare nell'insieme la chioma di un pino (*fig. 9*). Qui però le fibre assiali delle clave granulose risultano generalmente meno ramificate e circonvolute di quelle delle capsule articolari del Geco, ed alle volte anzi se ne riscontrano di intere con solo qualche breve ramo terminantesi a bottone nelle lobature della clava. Vi si possono perciò notare fra di esse varî gradi intermedi fra la fibra assiale unica delle clave di Krause e quella ancor più complicata delle capsule articolari.

Un'altra complicazione è raggiunta dalle clave sensitive non in seguito al diverso atteggiamento della fibra assiale, ma per lo sviluppo di capsule intorno alla sostanza granulosa; ed anche nei Rettili stessi si riscontra l'inizio di questo secondo processo evolutivo delle clave. Generalmente si crede che non esistano sui tendini di questa classe di Vertebrati espansioni nervose incapsulate, ma solo libere; osservando però i tendini degli arti del Camaleonte, e propriamente nel loro punto di attacco con le parti scheletriche, c'incontriamo in numerose clave rivestite di più capsule fibrose. Sono corpuscoli assai allungati, che a decine si originano da una stessa fibra midollata, occupando nell'insieme una vasta estensione.

È dunque molto interessante notare la gran varietà delle stesse forme di espansioni nervose nei Rettili, e come in alcuni di essi si riscontrino delle varietà che in altri mancano del tutto, oppure che sono sviluppate in punti differenti della loro organizzazione. Così mancano nella mucosa orale delle Lucertole le clave sensitive a fibra assiale complicata, come si trovano in quella degli Ofidi o nelle capsule articolari del Geco; e solo sui tendini del Camaleonte ho riscontrate quelle rivestite di più capsule fibrose.

Inoltre se nella bocca del Camaleonte ho potuto descrivere e disegnare delle bellissime espansioni a cespuglio sparse senz'ordine apparente, mentre nel Geco sono situate con molta regolarità, e quasi fra loro equidistanti, in mezzo ad un reticolo di capillari (*fig. 4*); in Lacerta invece non mi è stato possibile scoprirne di simili, laddove



sui tendini degli arti appaiono sviluppate delle espansioni molto più caratteristicamente che non negli altri Rettili (*fig. 10*).

Come mostra la microfotografia risultano queste formazioni dallo sfioccarsi di circa una diecina di fibre midollate, strette fra di loro per tutto il percorso: è un vero fascetto nervoso, destinato a costi-



Fig. 10.

Microfotografia di un'espansione sensitiva sui tendini degli arti di *Lacerta muralis*.

tuire una sola e compatta espansione di senso. Questo reperto giova a darci ragione del fatto, che anche le piastre motrici alle volte possono risultare situate sulla confluenza di due fibre nervose, originando le così dette *piastre composte*, quasicchè risultassero dalla fusione di due piastre originariamente distinte.

\*

\*

\*

Ad ogni modo i Rettili si dimostrano molto interessanti nello studio delle loro espansioni di senso (oltrecchè, come ho avuto già occasione di dimostrare in altro lavoro, per le loro espansioni di moto), essendo in essi che s'iniziano quei processi, che conducono alle varietà tanto complesse dei Vertebrati superiori. Sì che, mentre da una parte si riscontrano ancora delle disposizioni primitive, come a dire reti diffuse di senso ed abbondanza di fibrille ultra-espansionali, dall'altra appaiono già quelle modificazioni strutturali, che ci danno ragione delle loro ulteriori complicazioni attraverso la serie evolutiva dei Vertebrati.

Ma più interessanti ancora, perchè danno agio allo studioso di meglio interpretare alcune disposizioni del sistema nervoso periferico, che nei Vertebrati superiori potrebbero apparire come fatti trascurabili di nessuna importanza o di carattere eccezionale, come a dire la presenza, tanto contrastata da alcuni, delle fibrille ultra-espansionali, della struttura reticolata delle espansioni e dei loro mutui ed intimi rapporti. Io non sto ancora a ripetere una volta i concetti già innanzi espressi in questo scritto, o negli altri precedenti, su quest'argomento; ma mi piace rammentare che anche per una più esatta interpretazione della tessitura del sistema nervoso periferico nei Vertebrati superiori, si rende indispensabile sempre più lo studio di quanto avviene in più bassi gradini della loro scala zoologica.

---

## Referate.

Von

Fr. Kopsch.

---

**L. Kerschner**, *Die sensiblen Nervenendigungen der Sehnen und Muskeln*. Atlas von 16 Tafeln mit 102 Abbildungen. Mit Unterstützung der K. Akademie der Wissenschaften in Wien nach seinem Tode herausgegeben von O. Zoth, Graz. Leipzig 1914. Franz Deuticke. M. 18.—.

Das von Zoth herausgegebene Werk ist ein Teil der mühevollen Lebensarbeit des 1911 verstorbenen Kerschner. Leider war es dem Herausgeber trotz einer Arbeit von zwei Jahren nicht möglich, die vorhandenen zerstreuten Bruchstücke des Manuskriptes einer grossangelegten Arbeit über die sensiblen Nervenendigungen des Bewegungsapparates zu einem druckreifen Werk zu ordnen. Das vorliegende Werk enthält deshalb nur die von Kerschner selbst gezeichneten zahlreichen Abbildungen von sensiblen Nervenendigungen in Muskeln und Sehnen, sowie die dazugehörigen Tafelbeschreibungen nebst einer Darstellung über die Methoden, durch welche die Präparate hergestellt worden sind.

Die abgebildeten Präparate stammen von Mensch, Schwein, Katze, Kaninchen, Ratte, Maus, Taube, Sperling, Storch, Eidechse, Ringelnatter, Frosch. Es sind ausserordentlich saubere, klare Bilder. Besonders wertvoll sind die Abbildungen, welche von menschlichem Material stammen.

**Die Kultur der Gegenwart** ihre Entwicklung und ihre Ziele. III. Teil, 4. Abteilung. 1. Band: *Allgemeine Biologie*, bearbeitet von E. Baur, P. Boysen-Jensen, P. Claussen, A. Fischel, E. Godlewski, M. Hartmann, W. Johannsen, E. Laqueur, B. Lidforss, W. Ostwald, O. Porsch, H. Przibram, E. Ràdl, O. Rosenberg, W. Roux, W. Schleip, G. Senn, H. Speermann, O. zur Strassen. 8°. XI und 691 Seiten, 115 Abbildungen. Leipzig 1915. B. G. Teubner. Geheftet M. 21.—, geb. in Leinen M. 23.—, Halbfranz M. 25.—.

Dieser Band enthält, wie der Redakteur und Mitarbeiter W. Johannsen einleitend ausführt, eine gemeinverständliche Darstellung der allgemeinen Biologie. Er enthält aber ausserdem noch kurze Darstellungen über die Richtungen und

die Methoden der biologischen Forschung, und über die Lehre vom Wesen und Ursprung des Lebens. Die Mitarbeiter an diesem Bande sind Forscher, welche auf dem von ihnen bearbeiteten Gebiet besondere eigene Erfahrungen besitzen. Dadurch wird es erklärlich, dass recht verschiedene Gesichtspunkte und Anschauungen vertreten sind, und eine völlige Einheitlichkeit der Darstellung natürlich ausgeschlossen ist. Der Band bildet vielmehr eine recht bunte Darstellung der allgemeinen Biologie. Wenn dies auf der einen Seite ein Mangel ist, so wird dadurch andererseits der Inhalt reich und anregend. Sehr verschieden geschätzt wurden z. B. der Selektions-Gedanke sowie die Lamarkschen Auffassungen. Ein besonders sorgfältig gearbeitetes Register wird die Benutzung des Bandes auch als Nachschlagewerk wesentlich erleichtern und wird dazu dienen, die verschiedenen Artikel doch zu einem organischen Ganzen zusammenzufassen.

Die einzelnen Kapitel und die Autoren sind: Em. Rádl, Zur Geschichte der Biologie von Linné bis Darwin. — Alfred Fischel, Die Richtungen der biologischen Forschung mit besonderer Berücksichtigung der zoologischen Forschungsmethoden. — O. Rosenberg, Die Untersuchungsmethoden des Botanikers. — H. Spemann, Zur Geschichte und Kritik des Begriffs der Homologie. — Otto zur Strassen, Die Zweckmässigkeit. — Wolfgang Ostwald, Die allgemeinen Kennzeichen der organisierten Substanz. — Wilhelm Roux, Das Wesen des Lebens. — Waldemar Schleip, Lebenslauf, Alter und Tod des Individuums. — B. Lidforss, Protoplasma. — B. Lidforss, Zellulärer Bau, Elementarstruktur, Mikroorganismen, Urzeugung. — G. Senn, Bewegungen der Chromatophoren. — Max Hartmann, Mikrobiologie, allgemeine Biologie der Protisten. — Ernst Laqueur, Entwicklungsmechanik tierischer Organismen. — H. Przibram, Regeneration und Transplantation im Tierreich. — Erwin Baur, Regeneration und Transplantation im Pflanzenreiche. — Emil Godlewski jun., Fortpflanzung im Tierreiche. — P. Claussen, Fortpflanzung im Pflanzenreiche. — W. Johannsen, Periodizität im Leben der Pflanze. — Otto Porsch, Gliederung der Organismenwelt in Pflanze und Tier. — Otto Porsch, Wechselbeziehungen zwischen Pflanze und Tier. — P. Boysen-Jensen, Hydrobiologie (Skizze ihrer Methoden und Ergebnisse). — W. Johannsen, Experimentelle Grundlagen der Deszendenzlehre; Variabilität, Vererbung, Kreuzung, Mutation.







Verlag von Georg Thieme in Leipzig.

---

# Lehrbuch der Geschlechtskrankheiten

für Aerzte und Studierende.

Von Prof. Dr. **Max Joseph**, Berlin.

**Siebente**, erweiterte und vermehrte Auflage.

Mit 66 Abbildungen im Text, einer schwarzen und drei farbigen Tafeln nebst einem Anhang von 103 Rezepten.

M. 7.20, gebunden M. 8.20.

Die neue Bearbeitung trägt den jüngsten Fortschritten in der Syphilidologie, der Erforschung des Salvarsan und den neuesten Erfahrungen in der Salvarsan-Behandlung überall Rechnung.

---

# Lehrbuch der Hautkrankheiten

für Aerzte und Studierende.

Von Prof. Dr. **Max Joseph**, Berlin.

Mit 83 Abbildungen, 2 schwarzen und 3 farbigen Tafeln  
nebst Anhang von 242 Rezepten.

**Achte**, vermehrte und verbesserte Auflage.

M. 7.—, gebunden M. 8.—.

Die rasche Folge der Neuauflagen des ausgezeichneten Lehrbuches liefert einen Beweis, dass der Autor mit seiner Darstellung die Ansprüche der Studierenden und praktischen Ärzte auf das glücklichste erkannt und mit seltenem Geschicke befriedigt hat.

(Pester Mediz.-Chirurg. Presse.)

# Inhalt.

<b>Fr. Kopsch,</b> Die Beziehungen zwischen Lebensalter und Körperlänge bei <i>Rana fusca</i> nebst einigen Bemerkungen über die Aufzucht der Larven und der jungen Frösche	41
<b>R. Hellwig,</b> Über die Form des menschlichen Hüftgelenks. Mit 47 Figuren im Text. (Aus dem anatomischen Kabinett des Medizinischen Institutes für weibliche Studierende in Kiew)	59

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 50 Sonderabdrücke frei, eine grössere Anzahl liefert die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise. Frankierte Einsendungen in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache werden direkt an: Prof. Dr. Fr. Kopsch, Wilmersdorf bei Berlin, Kaiserplatz 2, und für Amerika an Prof. R. R. Bensley, University of Chicago, erbeten.

*Reprints. Contributors desiring more than 50 extra copies of their articles can obtain them at reasonable rates by application to the publisher Georg Thieme, Leipzig, Antonstr. 15, Germany.*

*Contributions* (Latin, French, Italian, English or German) should be sent to Prof. Dr. Fr. Kopsch, Wilmersdorf by Berlin, Kaiserplatz 2, or for America to Prof. R. R. Bensley, University of Chicago.

**Avis.** Les auteurs des mémoires insérés dans ce journal qui désireront plus de 50 tirages à part de leurs articles, les obtiendront à des prix modérés en s'adressant à M. Georg Thieme, libraire-éditeur, Leipzig, Antonstr. 15, Allemagne.

Les articles écrits *en latin, en français, en italien, en anglais ou en allemand* doivent être adressés à Professeur Fr. Kopsch à Wilmersdorf près de Berlin Kaiserplatz 2, ou pour l'Amérique à M. R. R. Bensley, University of Chicago.

## Die bisher erschienenen Bände kosten:

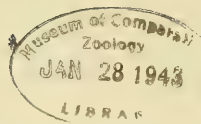
Bd. I	M	40.—	\$ 9.52.	Bd. XVII	M	65.—	\$ 15.47
II	"	52.—	" 12.38.	XVIII	"	75.—	" 17.85
III	"	47.50,	" 11.31.	XIX	"	50.—	" 11.90
IV	"	72.—	" 17.14.	XX	"	59.—	" 14.—
V	"	63.—	" 15.—	XXI	"	70.—	" 16.66
VI	"	77.50,	" 18.45.	XXII	"	50.—	" 11.90
VII	"	87.—	" 20.71.	XXIII	"	55.—	" 13.01
VIII	"	100.—	" 23.80.	XXIV	"	78.—	" 18.56
IX	"	76.30,	" 18.16.	XXV	"	56.—	" 13.33
X	"	93.50,	" 22.25.	XXVI	"	60.—	" 14.28
XI	"	92.60,	" 22.—	XXVII	"	78.60,	" 18.71
XII	"	79.—	" 18.80.	XXVIII	"	70.—	" 16.66
XIII	"	76.10,	" 18.11.	XXIX	"	85.—	" 20.23
XIV	"	48.30,	" 11.50.	XXX	"	46.50,	" 11.—
XV	"	73.—	" 17.37.	XXXI	"	84.—	" 20.—
XVI	"	70.50,	" 16.78.				

Bd. I—XXIX statt *ℳ* 2000.—, \$ 476.— nur *ℳ* 1300.—, \$ 309.40 bar.

That American prices are net and subject to an additional charge for postage.



12,080



## Die Beziehungen zwischen Lebensalter und Körperlänge bei *Rana fusca*

nebst einigen Bemerkungen über die Aufzucht der Larven und  
der jungen Frösche.

Von  
Fr. Kopsch.

---

### Inhalt.

Einleitung. — Literatur. — Eigene frühere Erfahrungen. — Aufzucht der Kaulquappen. — Aufzucht der Frösche und eine dabei beobachtete Nematodenkrankheit. — Wachstum der Frösche in den ersten fünf Monaten. — Besprechung der Ergebnisse.

---

### Einleitung.

Die auf *Pflüger* zurückgehende, bis heute benutzte Art, das Alter der Frösche aus der Körperlänge zu bestimmen, ist unrichtig und darum unbrauchbar.

Die Körperlänge ist nicht allein abhängig vom Alter, sondern auch von der Ernährung. Ausserdem zeigt sie sehr erhebliche individuelle Verschiedenheiten, die bisher nicht bekannt waren.

29 gleichalterige junge Frösche, welche von denselben Eltern stammen und unter den gleichen äusseren Bedingungen aufgezogen werden, können nach der Körpergrösse in drei Gruppen geteilt werden.

Die vier Monate alten Frösche (das Alter gerechnet vom Beginn der Verwandlung) haben eine Durchschnittslänge (Schnautzenspitze bis After) von 28 mm. Die fünf grössten sind 35—37 mm, die zwei kleinsten 22 mm lang.

Die grössten würden auf Grund der Angaben *Rösel's von Rosenhof*<sup>1)</sup> und *Pflüger's*<sup>2)</sup> zwei Jahre alt, die mittelgrossen ein Jahr alt sein; nur die kleinsten würden aus diesem Jahre stammen.

Eine absolute Beziehung zwischen Lebensalter und Körpergrösse besteht also für junge Frösche nicht.

Deshalb sind die Ergebnisse aller Untersuchungen an *Rana fusca*, bei welchen Altersbestimmungen nach den Angaben *Rösel's* und *Pflüger's* eine wesentliche Grundlage bilden, solange als unsicher zu betrachten, bis festgestellt ist, dass keine Unterschiede bestehen im Entwicklungsgrad der Organe junger (13—50 mm langer) Frösche, welche bei gleicher Körpergrösse von verschiedenem Alter sind.

#### Literatur.

Es ist merkwürdig, dass niemand bisher eine Anzahl junger Frösche längere Zeit hindurch aufgezogen, ihr Wachstum festgestellt und die Ergebnisse veröffentlicht hat.

Die einzigen mir bekannten Angaben dieser Art stammen von *Pflüger* und *Born*<sup>3)</sup>. *Pflüger* (1882, S. 38) berichtet von sieben Stück junger Frösche, welche bis zum Anfang ihres zweiten Lebensjahres aufgezogen, eine Körperlänge von 21 mm besaßen. *Born* (1883, S. 484) erwähnt beiläufig, dass 7—8 Wochen nach der Verwandlung junge *Ranae arvalis* 20—21,5 mm, junge *Ranae fuscae* 21,5—23 mm und junge Bastarde von *Rana fusca* mit *Rana arvalis* bei reichlicher Nahrung 25—26 mm lang waren, und berichtet in einer anderen Arbeit<sup>4)</sup>, dass er die Bastarde noch das ganze folgende Jahr hindurch weiter gezüchtet hat. Über die Körpergrösse der älteren Tiere aber erwähnt er nichts.

Dies sind die einzigen *tatsächlichen* Feststellungen, denn die von *Pflüger* aufgestellten Beziehungen zwischen Körpergrösse und Lebens-

<sup>1)</sup> Rösel von Rosenhof, A. J. Die natürliche Historie der Frösche hiesigen Landes usw. Nürnberg. 1758.

<sup>2)</sup> Pflüger, E. Über die das Geschlecht bestimmenden Ursachen und die Geschlechtsverhältnisse der Frösche. Pflüger's Archiv. 29. Bd. 1882. S. 13—40.

<sup>3)</sup> Born, G. Beiträge zur Bastardierung zwischen den einheimischen Anurenarten. Pflüger's Archiv. 32. Bd. 1883. S. 453—518.

<sup>4)</sup> Born, G. Weitere Beiträge zur Bastardierung zwischen den einheimischen Anuren. Arch. micr. Anat. 27. Bd. 1886. S. 211.

alter sind auf induktivem Wege gewonnen. Seine Beobachtungen und seine Beweisführung müssen eingehend dargestellt werden.

„Pflüger wirft in der genannten Arbeit (S. 36—38) die Frage auf, „woran die im zweiten Lebensjahre stehenden (sc. Frösche) zu erkennen und wo sie, da sie sich allmählich von ihrer Brutstätte über das Land verbreiten, zu finden seien.“ . . . . .

Es „zeigte sich die eigentümliche Erscheinung, dass fast an jeder bestimmten Örtlichkeit, wo *R. fusca* überhaupt vorkommt, bald mehr bald weniger alte Individuen zu finden sind, während die jüngeren Exemplare fast alle ausnahmslos von annähernd derselben Grösse erscheinen.“

Auf dem Felde, wo ich am 29. Juli 228 junge diesjährige *Ranae fuscae* fing, war nicht ein einziger vorjähriger Frosch zu finden, keiner, der also 25 bis 37 Mm lang gewesen wäre. Auf denjenigen Wiesen, wo im nassen Grase neben den alten Tieren halbwüchsige von ca. 50 Mm Körperlänge in grosser Zahl sich herumtummelten, fand sich eine jüngere Generation absolut nicht vor. Wie aus dem weiter oben Gesagten hervorgeht, traf ich Anfang August und Ende Juli auf einem grossen Kleefelde die ganze diesjährige Brut des Dottendorfer Loches noch zusammen. Man sieht also, dass sich die einem Laichplatz entstammende Generation eines Jahres mehrere Jahre herdenartig zusammenhält und so allmählich über die Wiesen und Felder zieht. Ich suchte demgemäss nach dem Standort der vorjährigen Generation und fand ihn auf einigen benachbarten, sehr feuchten Wiesen zwischen Dottendorf und Friesdorf, die ca. 20 Minuten vom Dottendorfer Loch entfernt liegen.“

„Es handelt sich nun um die Diagnose des Alters der jungen braunen Grasfrösche. Das Beste, was ich über die Frage in der Literatur finden konnte, sind die Angaben von J. A. Rösel von Rosenhof.“

„Er zeichnet coloriert und nicht coloriert den im zweiten, dritten und vierten Lebensjahre stehenden braunen Grasfrosch in Lebensgrösse ab und stellt die Diagnose nach der Körperlänge.“ . . . . .

„Rösel gibt nicht an, welche Beweise er für seine Behauptung beizubringen vermag, und ich will sie deshalb anführen, da ich mit Rösel im Wesentlichen übereinstimme.“

„Wenn ich die kleinsten Fröschen Ende Juli auf ihre Körperlänge untersuchte, so schwankte sie von ca. 13 bis 18 Mm.“

„Exemplare von 18 bis 22 Mm finden sich zu dieser Zeit entweder gar nicht oder in spärlicher Zahl.“

„Wohl aber zeigt sich dann wieder eine Generation in grosser Zahl, deren Körpergrösse von 22 bis 37 Mm schwankt und im Mittel 3 Cm beträgt. Exemplare von 37 bis 45 Mm sind zu dieser Zeit entweder gar nicht oder doch nur in ganz seltenen Fällen vertreten.“

„Dann kommt wieder eine Generation in grösserer Zahl, die im Juli 45 bis 55 Mm misst.“

„Diese Sprünge in der Körperlänge deuten unverkennbar darauf hin, dass die Generation, die im Juli im Mittel 15 Mm langen Rumpf aufweist, die im ersten Jahr, die, welche im Mittel 30 Mm hat, in den zweiten und die, welche 50 Mm, in dem dritten Lebensjahre sich befindet. Im Mittel nimmt also die Leibeslänge vom ersten bis zum zweiten Sommer um 15, vom zweiten zum dritten um 15 bis 20 Mm zu.“ . . . . .

„Zur Diagnose der im zweiten Lebensjahre stehenden braunen Grasfrösche kann ich Rösel's Angabe noch durch eine sehr wesentliche Beobachtung weiter stützen. Ich hatte im vorigen Jahre die Bonner Fröschen in einem Drahtgitterhäuschen im

Freien weiter gezüchtet, wie ich seiner Zeit genauer beschrieben. Einige dieser Tierchen — es waren sieben Stück — hatten sich in Erdspalten, welche der Rasen des Drahthäuschens darbot, verkrochen, wo sie überwinterten, um im Frühjahr wieder zum Vorschein zu kommen. Sie waren äusserst kräftig, weil sie im Rasen hinreichend Nahrung fanden. Die Rumpflänge der grössten dieser Frösche betrug 21 Mm am 26. Juni 1882. Da nun, wie ich gesehen habe, die Tiere in der freien Natur doch mächtiger werden und im Juli und August sehr stark wachsen, und die Ende Juli und Anfang August von mir angestellten Messungen die Länge der im zweiten Lebensjahre stehenden zu 22 bis 37 Mm ergeben, so zweifle ich nicht an Rüssel's Angabe.“

*Pflüger's* Angaben haben bis jetzt als feststehende Grundlage gedient zur Altersbestimmung junger Frösche. Sie sind übergegangen in die durch *Gaupp* besorgte dritte Auflage der „Anatomie des Frosches“ von *Ecker* und *Wiedersheim* (s. Bd. III, S. 298—300) und werden — um nur ein Beispiel aus den letzten Jahren anzuführen — in der 1908 erschienenen Arbeit von *Schmitt-Marcel*<sup>1)</sup> ebenfalls als feststehend angenommen.

Durchaus abweichend sind meine Zuchtergebnisse.

Seit vielen Jahren mit Untersuchungen zur Froschentwicklung beschäftigt, interessierten mich in erster Linie nur die Embryonen und Larven. Zwar hatte ich schon einige beiläufige und oberflächliche Erfahrungen über das Wachstum junger Frösche gemacht. Eine systematische Aufzucht von Fröschen aber wurde erst in diesem Jahre eingerichtet.

### Eigene frühere Erfahrungen.

Meine erste Erfahrung über das Wachstum junger Frösche fällt in meine Studentenjahre. Etwa um 1890 fing ich im August etliche kleine Frösche und fütterte sie mit gefangenen Stubenfliegen. In kurzer Zeit wuchsen die Frösche zu kräftigen, wohlgenährten Tieren heran, an deren dicke Bäuche ich mich noch lebhaft erinnere. Als die Herbstferien ihr Ende erreichten, wurden die Tiere wieder ins Freie gesetzt.

Aus diesem Versuch blieb mir nur die Erinnerung an das gute Gedeihen der jungen Frösche bei reichlicher Nahrung.

Die Zufallszüchtung eines kleinen Frosches, die etwa in das Jahr 1904 fällt, zeigte mir aber, dass auch unter weniger günstigen Bedingungen die Frösche kräftig wachsen. Der Frosch, um den es sich hier handelt, lebte in einem Zimmeraquarium [75×50×60 cm], welches den grössten Teil des Jahres zum Aufenthalt von Axolotln dient, im April und Mai aber nach Herausnahme der Axolotl zur Aufzucht von Froschlarven benutzt wird. In dem genannten Jahr war das Aquarium

<sup>1)</sup> Schmitt-Marcel, W. Über Pseudo-Hermaphroditismus bei *Rana temp.* Arch. micr. Anat. 72. Bd. 1908. S. 516—539.



so dicht bewachsen, dass die Pflanzen an der Oberfläche ein dichtes Polster bildeten, stark genug, um einen jungen Frosch zu tragen. — Dies war zum Gelingen notwendig, denn es ist ja bekannt, dass *R. fusca* dauernden Aufenthalt im Wasser nicht verträgt. —

Dort wuchs, zunächst unbemerkt, ein übersehener kleiner, noch dazu skolio-tischer Frosch auf und erreichte bis zum Herbst eine Körperlänge von ungefähr 23 mm, denn das wegen der Skoliose aufbewahrte trockene Skelet von Kopf und Wirbelsäule misst von Schnautzen- bis Steissbeinspitze 21 mm.

Als Nahrung können nur diejenigen Insekten gedient haben, welche zufällig durch den 4 mm hohen Spalt zwischen Deckel und Oberkante des Aquariums in das Innere gelangten. Im Herbst starb das Tier aus unbekannter Ursache.

Hatte ich nun schon aus diesen beiden Fällen die Erinnerung an ein Wachstum, welches die Angaben *Pflüger's* erheblich überragte, so wurde ich doch überrascht von den Ergebnissen der systematischen Züchtung, denn die oben erwähnte versteckte Angabe *Born's* kam mir erst bei der Niederschrift dieser Mitteilung zu Gesicht.

### Aufzucht der Kaulquappen.

Als Material dienen 50 Larven, welche (am 3. April 1915) durch künstliche Befruchtung gewonnen, im Alter von 109 Tagesgraden (2 Tage nach dem Ausschlüpfen, 7 Tage nach der Befruchtung) in ein besonderes kleines Aquarium gesetzt werden, wie ich es seit vielen Jahren mit bestem Erfolge zur Aufzucht kleiner Mengen von Kaulquappen benutze. Sie bleiben dort bis zum Beginn der Verwandlung. Es ist ein Glas von zylindrischer Form (20 cm hoch, 20 cm Durchmesser) und fasst ungefähr 5000 ccm Wasser.

Auf je 1000 ccm kommen 10 Larven, das sind 40 Proz. mehr als *Pflüger*<sup>1)</sup> für ratsam fand, der nur 6 Stück auf einen Liter Wasser nahm.

Boden und Wand des Glases sind reich mit Diatomaceen und Algen bewachsen, zwischen denen zahlreiche niedere Tiere sich herumtummeln. Auch die Stiele und Blätter der *Elodea canadensis*, welche in genügender Menge im Wasser verteilt ist, sind mehr oder weniger mit Algen bedeckt.

Die Kaulquappen finden also an jeder Stelle reichliche Nahrung. Dies ist sehr wesentlich für eine gute Ernährung und schnelle Entwicklung.

<sup>1)</sup> Pflüger, E. Hat die Concentration des Samens einen Einfluss auf das Geschlecht. Pflüger's Archiv. 29. Bd. 1882. S. 1—12.

Zur bequemen Beobachtung des Aquariuminhaltes wird vor Einsetzung der Kaulquappen ein 5—7 cm breiter, senkrecht verlaufender Streifen der Wand vom Bewuchs befreit.

Den 50 Bewohnern stehen somit rund 1300 qcm bewachsener Wandfläche (für jede Larve also 26 qcm) als Weide zur Verfügung und ausserdem noch die Oberfläche der Pflanzen. Dies ist nicht genug für eine reichliche Ernährung der Kaulquappen. Deshalb werden einige Male Eidotter und Fische gegeben. Der Eidotter stammt von hartgekochten Hühnereiern; die kleinen, 5—7 cm langen Fische werden 15 Minuten im Wasser von 60° C mazeriert und kalt verfüttert. Niemals habe ich beobachtet, dass die Kaulquappen Teile von den Stengeln oder den Blättern der Elodea abgebissen hätten.

Das Aquarium steht auf dem Arbeitstisch, 50 cm entfernt von dem nach Osten sehenden Fenster. Es erhält nur die Morgensonne und auch diese wird an heissen Tagen durch den Fenstervorhang abgehalten.

Er wird wieder aufgezogen, sobald das Aquarium nicht mehr von den Sonnenstrahlen getroffen werden kann, damit die Pflanzen genügend Licht erhalten.

Eine Glasplatte schützt das Wasser vor Staub und dadurch vor Infektion. Eine schmale Spalte wird aber offengelassen, um die Luft hereinzulassen, um durch die Verdunstung einige Abkühlung zu erzielen und um ein Thermometer einstellen zu können.

Die reichlich von den Larven gelieferten Faeces werden nicht entfernt. Sie bestehen der Hauptmasse nach aus Algen, die, was das Mikroskop leicht beweist, ohne Schaden den Verdauungskanal der Kaulquappen wieder verlassen, solange ihre Zellulosehaut unverletzt ist. Nur der Inhalt der eröffneten Pflanzenzellen wird verdaut. Auch zahlreichen Rotatorien haben die Verdauungssäfte nichts geschadet; sie erholen sich bald wieder, kriechen aus den Faeces heraus und lassen ihre Räderorgane lustig spielen.

Im Laufe der Wochen bildet sich am Boden des Glases eine zentimeterhohe lockere Schlammschicht, welche die ganze Fauna des Aquariums beherbergt, und den Kaulquappen wieder zur Nahrung dient.

Ein so zubereitetes Aquarium ist bei genügender Belichtung und

nicht zu grosser Zufuhr von Eidotter oder Fisch, deren Reste zuviel Zersetzungsstoffe liefern könnten, eine kleine Welt für sich mit so wohl geordnetem Kreislauf, dass es keiner besonderen Durchlüftung bedarf und ein Wasserwechsel meist nicht erforderlich wird, während *Born* (1883, S. 462) das Wasser alle 8 Tage wechselte und eine besondere Durchlüftung verwendete. Es erfordert nur sehr geringe Wartung, es ermöglicht die bequeme ständige Beobachtung des Inhaltes, Tiere und Pflanzen, und ist namentlich dadurch den von *Pflüger* (*Pflügers Arch.*, Bd. 29, S. 3) angegebenen porösen, in die Erde eingegrabenen Aquarien vorzuziehen.

Der Inhalt meiner Aquarien ist oft bis zur Umwandlung der Kaulquappen ohne jeden Wasserwechsel tadellos geblieben, obwohl die Temperatur des Wassers manchmal vorübergehend bis auf 25° C stieg. Ein anderer und nicht geringer Vorteil ist das Fehlen von Sandkörnern, die gewöhnlich im Darm der Larven mehr oder weniger reichlich vorhanden sind und bei Anfertigung von Schnittserien recht störend werden können.

Die 50 Insassen des Aquariums verminderten sich im Laufe der Zeit um 10 Stück, die aber nicht etwa zufällig starben, sondern aus bestimmten Gründen konserviert und verarbeitet wurden. Bei ihrer Präparation zeigte sich der ausgezeichnete Ernährungszustand in der prallen Füllung des Fettkörpers und der grossen, gelblichrötlichen, fetten Leber. Die übriggebliebenen 40 Tiere waren kräftig, gesund, und von tadelloser Körperform, jedoch von verschiedener Grösse. Die erste Kaulquappe mit vier Beinen wird am 40. Tage (am 13. Mai 1915) nach der Befruchtung beobachtet.

#### Aufzucht der Frösche.

Jetzt werden die 40 Kaulquappen in das inzwischen eingerichtete Terrarium übertragen. Dieses befindet sich etwa zwei Meter vom Fenster entfernt auf einem Tisch und wird von der Morgensonne erreicht.

Ein Zimmer-Terrarium ziehe ich für meine Zwecke dem von *Pflüger*<sup>1)</sup> benutzten Freiluft-Terrarium vor, weil die Beobachtung der

<sup>1)</sup> *Pflügers Archiv*. 26. Bd., 1881, S. 247 und ebenda 29. Bd., 1882, S. 4.

jungen Frösche intensiver, ihre Ernährung besser, die Fernhaltung von Schädlingen leichter, und die Reinigung bequemer gehandhabt werden kann.

Freiluftterrarien würde ich vorziehen, wenn es sich nur um die Aufzucht einer grösseren Anzahl junger Frösche handelte und weniger um fortdauernde Beobachtung.

Die Pflügerschen Freiluftterrarien waren in einem Garten errichtet. Ihr Boden (123 : 188 cm) ist der natürliche Rasen. Eine mit Wasser gefüllte Vertiefung wird zu einem kleinen Tümpel. Die 48 cm hohen Seitenwände bestehen aus Drahtgeflecht und reichen ungefähr 16 cm in die Erde. Die obere Kante der Wände trägt nach innen und aussen vorspringende Holzleisten, um das Herausklettern der kleinen Frösche und das Hereinklettern grösserer zu verhindern. Die obere Öffnung wird geschlossen durch ein Fischernetz mit 1,5 cm weiten Maschen.

Die in diesen Terrarien befindlichen jungen Frösche waren zu ihrer Ernährung angewiesen lediglich auf die zufällig dahin gelangenden Tiere. Pflüger fand als Mageninhalt der jungen Frösche, die einige Tage in den Terrarien waren, Ameisen, kleine Spinnen, Schnecken, Fliegen.

Die Ernährung kann nur sehr kümmerlich gewesen sein, wenn auch Pflüger sie für hinreichend erklärte; denn die Rumpflänge von sieben überwinterten einjährigen Fröschen betrug nur 21 mm.

Bessere Ergebnisse erzielte Born<sup>1)</sup> mit den Pflügerschen Freiluftterrarien. Seine Bastarde von *Rana fusca* und *Rana arvalis* wuchsen in 7—8 Wochen nach der Verwandlung bis 26 mm bei „reichlicher Nahrung“. Letztere bestand aus Fliegen, welche durch Fleisch angelockt wurden. In diesen Terrarien überwinterten die Frösche<sup>2)</sup>, wurden den ganzen folgenden Sommer bis zum Herbst gezüchtet, und sollten zum zweiten Mal überwintern. Sie waren aber im nächsten Frühjahr verschwunden.

Das mir zur Verfügung stehende Terrarium ist 43 cm lang, 30 cm breit, 30 cm hoch. Seine Grundfläche beträgt 1290 qcm, der Rauminhalt nicht ganz 40 Liter. Boden und Schmalseiten sind aus dicken Schieferplatten, die Längsseiten aus Glas. Der ebene Deckel besteht zur Hälfte aus Glas, zur Hälfte aus Drahtgaze. In einer Ecke des Drahtgazeteiles befindet sich ein kurzer, röhrenförmiger, durch einen Deckel verschliessbarer Ansatz, welcher der Zufuhr des Futters und der Abfuhr von Abfällen dient.

Der Deckel wird festgehalten durch Streifen von Leukoplast (einer Art Kautschukheftpflaster). So hat die Luft Zutritt, die Beobachtung von oben her, das Einbringen der Nahrung sind bequem und es wird verhindert, dass die Frösche und die (lebende) Nahrung

<sup>1)</sup> Pflügers Archiv. 32. Bd., 1883, S. 484.

<sup>2)</sup> Arch. mikr. Anat. 27. Bd., 1886, S. 211.



entweichen können, es sei denn, dass sie klein genug ist, um durch die Maschen der Drahtgaze kriechen zu können.

Die kleinen Frösche klettern so geschickt, dass sie rasch an glatten, senkrechten Glasscheiben ziemlich weit emporsteigen (bis 20 cm habe ich beobachtet), indem sie die Adhäsion der feuchten Körperoberfläche zu Hilfe nehmen.

Die Herrichtung des Terrariumbodens muss unter dem Gesichtspunkt erfolgen, dass *Rana fusca* den dauernden Aufenthalt im Wasser nicht verträgt. Daher werden zwei Drittel des Bodens als feuchte Wiese, ein Drittel als Tümpel ausgebildet.

Der Boden wird zunächst mit einer Schicht feuchten Sandes bedeckt, derart, dass eine schiefe (ungefähr unter 12° geneigte) Ebene entsteht. Die oberen zwei Drittel dieser schrägen Fläche werden mit Moos belegt, das untere Drittel wird mit Wasser und ein paar Stücken *Elodea* gefüllt. Der Uferrand zwischen Moosdecke und Wasser wird durch schrägliegende grössere und kleinere Steine befestigt, damit der Sand nicht nachrutschen kann. Auf Anlegung von Schlupfwinkeln wurde verzichtet, mit Rücksicht auf die dadurch verschlechterte Beobachtung.

In den Tümpel des derartig hergerichteten Terrariums werden (am 13. Mai 1915) die 40 Stück 40 Tage alten Kaulquappen gesetzt, als das Hervorkommen der Vorderbeine bei einer von ihnen den Beginn der Verwandlung anzeigte.

Die Verwandlung sämtlicher Kaulquappen erfolgt im Laufe der folgenden sieben Tage. Dies ist nicht etwa so aufzufassen, dass die Rückbildung der Schwänze sieben Tage in Anspruch genommen hätte — sie erfolgte regelrecht in zwei bis drei Tagen — vielmehr trat bei den verschiedenen Tieren die Verwandlung zu verschiedener Zeit ein.

Am 20. Mai besitzen nur noch drei bis vier der kleinen Frösche kurze Schwanzstummel.

Die *Körperlänge* (Schnauzenspitze bis After) beträgt bei der Mehrzahl 14—15 mm; einige grössere sind 16 mm, die kleinsten 13 mm lang.

Das nächste dringendste Erfordernis war nun die Beschaffung eines entsprechenden Futters, welches lebend und so klein sein muss, dass die Tiere es fangen und herunterschlucken können. Stubenfliegen, welche in dieser Jahreszeit in grösserer Menge zu bekommen sind, sind zu gross; sie können von den kleinen Fröschen noch nicht bewältigt werden.

Brauchbar schienen Blattläuse (*Aphidae*) zu sein. Schon der

erste Versuch mit ihnen zeigte, dass sie sehr geeignet sind, denn die kleinen Frösche, auch schon die noch mit Schwanzstummel versehenen, stürzen sich gierig auf das Futter.

Blattläuse sind leicht in grossen Mengen zu beschaffen. Es ist zu empfehlen nicht die einzelnen Tiere, sondern die Pflanzenteile, welche mit grossen Mengen besetzt sind, in das Terrarium zu bringen. Die einzelnen Blattläuse kriechen an den Wänden des Terrariums hoch und gelangen durch die Drahtgaze ins Freie, während die noch an den Pflanzenteilen befindlichen Blattläuse länger an ihrem Orte bleiben.

Die Frösche nehmen sichtbar an Grösse zu. Die grössten von ihnen bewältigen am 24. Mai einige Raupen von etwa 12 mm Länge und 2 mm Dicke.

Über die Ernährung mit Raupen habe ich keine weiteren Erfahrungen gesammelt. Raupen sind wahrscheinlich ein gutes Futter, das leicht zu beschaffen und auch zu züchten ist.

Dasselbe gilt von Fliegenlarven, welche von Reptilien, wie Prof. *Heymons* mir mitteilte, sehr gern genommen werden.

Während der Fütterung mit Blattläusen hatte ich versucht, eine grössere Menge von kleinen Regenwürmern (Lumbriciden) zu bekommen. Diese wurden vom 26. Mai bis Ende Juli, also ungefähr zwei Monate lang gegeben, wozu bis Mitte Juni noch weiter Blattläuse kamen.

Kleinere Regenwürmer werden ganz verfüttert, grössere in mehrere Stücke zerschnitten. Am 1. Juni bewältigen die grössten Frösche (von 20 mm Länge) schon Regenwürmer, die bei mittlerer Ausdehnung 40 mm lang und 2 mm dick sind.

Erst am 20. Juni sind die grössten Frösche (von 23 mm Länge) instande, Stubenfliegen herunterzuschlucken. Diese Nahrung wird bis Ende August täglich gegeben.

Nach diesem Futter sind die Frösche viel gieriger, als nach Regenwürmern. Sobald aussen oder innen auf der Drahtgaze (in einer Entfernung von 20—25 cm) nur eine Fliege herumläuft, richten sich aller Augen und Körper auf das Insekt und verfolgen dessen Weg. Es scheint mir, daß der Frosch zunächst durch das für bestimmte Geräusche recht scharfe Gehör von dem Nahen oder der Anwesenheit entfernter Nahrungsobjekte Kenntnis erhält und sie dann erst ins Auge zu fassen sucht. Mancherlei Erfahrungen aus gelegentlichen Versuchen sprechen dafür. Andererseits soll *Rana esculenta* mit Hilfe eines roten Stückchens Stoff leicht zu angeln sein.

Die Fliegen lieferte eine im Pferdestalle oder im Zimmer aufgestellte Drahtfalle und zwar in den Monaten Juli, August etwa 30—50—70 Stück täglich. Zum

leichten Übertragen der Fliegen in das Terrarium ist das obere Ende der Falle mit einem röhrenförmigen, durch Korkstöpsel verschlossenen Ansatz versehen. Der Durchmesser dieses Ansatzes ist so bemessen, dass er leicht in den oben erwähnten Ansatz im Deckel des Terrariums hineinpasst. Zur Übertragung der Fliegen wird an der Fliegenfalle der Stöpsel des Ansatzes entfernt, der letztere in den Ansatz des Terrariums gesteckt, und die Fliegen herausgeschüttelt. Aus dem Terrarium können sie nach Verschluss des Futterloches nicht entweichen, sie fliegen und kriechen dort herum, bis sie ihrem Schicksal verfallen.

Die Fütterung mit Fliegen erreicht gegen Ende des Sommers ihr Ende, denn schon im September ist die Menge der Fliegen stark verringert.

Auch die Ernährung durch Regenwürmer musste Ende Juli aufgegeben werden. Sie war die Ursache eines anfangs unerklärlichen Sterbens, welchem eine ganze Anzahl der kleinen Frösche erlagen.

#### Die Nematodenkrankheit der jungen Frösche.

Schon im Juni waren die beiden grössten Frösche gestorben. Es gelang aber nicht, die Todesursache zu erkennen. Im Laufe des Juli starben weitere sechs Tiere und zwar waren es fast ausschliesslich die grössten und gefräßigsten. Jedes dieser Tiere wurde aufgeschnitten, seine Eingeweide unter der Lupe genau betrachtet, und da zeigte sich eines Tages die ausserordentlich interessante Ursache des Sterbens. Es war die Larve eines Nematoden vermutlich *Pelodera pello* Schneider, welche auch innerhalb der verfütterten Regenwürmer, zum Teil in grosser Menge, nachgewiesen werden konnte.

Die Nematodenlarve ist 300  $\mu$  lang, 15  $\mu$  dick; sie gelangt mit dem gefressenen Regenwurm in den Froschmagen, widersteht der Verdauung und bohrt sich in die Magenwand ein. Dort liegt sie teils in der Submucosa, teils in den Muskelschichten, teils unter der Serosa innerhalb eines kugeligen Häufchens granulierter Zellen, welches von einer konzentrisch geschichteten bindegewebigen Hülle umschidet ist. Das ganze Gebilde (Larve, Zellen und Kapsel) ist ein schon mit blossem Auge deutlich sichtbares meist kugeliges Knötchen. Die unter der Serosa liegenden Knötchen sind oft mehr oder weniger gestielt. Auch am Darm werden vereinzelte solcher Knötchen gefunden. Die meisten aber befinden sich am kardialen Teil des Magens. Auch die Leber ist bald mehr bald weniger reich von Wurmknötchen durchsetzt. Seltener habe ich sie bisher in anderen Organen gesehen.

Die Krankheitserscheinungen an den Fröschen sind verschieden, je nach dem Sitz der Knötchen. Sie beruhen zum Teil auf der mechanischen Wirkung der im Ganzen 0,3 mm grossen Wurmknötchen. So scheint mir die oft gefundene erhebliche Verkleinerung der Leber durch Kreislaufstörungen bedingt zu sein. Chemische Wirkung direkter und indirekter Art durch die Würmer sind auch wahrscheinlich.

Weitere Mitteilungen über die anatomische und zoologische Untersuchung dieser Nematodenkrankheit werde ich demnächst veröffentlichen.

Hier sei nur noch gesagt, dass bis Ende August im Ganzen elf Frösche starben. Die noch übrigen 29 sind auch wohl zum grössten Teil mehr oder weniger stark mit Nematodenlarven behaftet, wie aus mancherlei Erscheinungen zu ersehen ist, deren Aufzählung zu weit führen würde. Nur die kleinsten Frösche, welche von Anfang an am wenigsten gefressen hatten und mit der geringeren Menge von



Regenwürmern auch wohl weniger Nematodenlarven aufnahmen, zeigen keine äusseren Zeichen einer Erkrankung.

An Stelle der Regenwürmer werden vom 1. August die als Mehlwürmer bekannten Larven von *Tenebrio molitor* L. und auch gelegentlich die Käfer selbst verfüttert.

Mehlwürmer sind in Berlin ein Handelsartikel und deshalb das ganze Jahr hindurch zu bekommen. Sie sind geradezu ein Mastfutter, wie die mächtige Grösse und pralle Füllung des Fettkörpers sowie die grosse fette Leber von zwei gegen Ende August und zwei gegen Ende September untersuchten Fröschen beweisen.

Ein ausgewachsener Mehlwurm (20 mm lang, 3 mm dick) wird von 23 mm langen Fröschen schon bewältigt. Für noch kleinere Frösche müssen die jüngeren kleineren Mehlwürmer genommen werden. Vielleicht sind auch so kleine Mehlwürmer in genügender Menge zu bekommen, dass die kleinsten Frösche mit ihnen ernährt werden können.

Gegen tausend Mehlwürmer werden in 50 Tagen verfüttert. Durchschnittlich kommt auf jeden Frosch noch nicht einmal ein Wurm täglich. Trotzdem ist eine solche Ernährung ausserordentlich reichlich, denn die Fresslust der auf kleinen Raum angewiesenen Tiere wurde allmählich geringer. Die bekannte Gier der Frösche schwand vollkommen mit der zunehmenden Dicke und Schwerfälligkeit; namentlich zeigte sich dies bei den grössten Fröschen, die von Anfang an stets mehr gefressen hatten als die kleineren und kleinsten. Sogar die Fliegen, welche sonst grosse Aufregung und Jagdlust hervorrufen, üben nur noch geringe Anziehung aus. Deshalb werden Fastentage eingeführt, die sich sehr bewähren, und zwar zunächst einer in jeder Woche. Gegen Ende September folgen sogar vier solcher Tage hintereinander.

Zur Aufzucht junger Frösche steht also, wie wir gesehen haben mancherlei geeignetes, leicht in grösseren Mengen zu beschaffendes, lebendes Futter zur Verfügung. Der Mehlwurm verdient in vieler Beziehung den Vorzug.

Die Fütterung erfolgt täglich einmal und zwar am Vormittag, nachdem etwa vorhandene Reste (Blätter und Stiele der Pflanzen bei Blattlausfütterung, tote Fliegen und Mehlwürmer) von der Fütterung des vorhergehenden Tages entfernt sind. Diese kleinen täglichen Säuberungen können leicht durch das Futterloch ausgeführt werden, ohne dass etwa noch vorhandene lebende Fliegen entschlüpfen.

Grössere Reinigungen der Innenwände und Wasserwechsel des Tümpels sind alle zwei Wochen nötig, denn die von den Fröschen entleerten Chitinhüllen der Futtertiere sammeln sich in grosser Menge am Boden des Tümpels an.

Die Moosdecke blieb beinahe vier Monate in brauchbarem Zustande.

### Wachstum der Frösche in den ersten fünf Monaten.

Junge Frösche von *Rana fusca* sind nach *Bedriaga*<sup>1)</sup> am Ende der Verwandlung 10—15 mm lang.

<sup>1)</sup> *Bedriaga*, J. von. Die Lurchfauna Europas. Moskau 1891.



Die Körperlänge (Schnautzenspitze bis After) der beobachteten 40 Frösche beträgt bei der Mehrzahl 14—15 mm; einige grössere sind 16 mm, die kleinsten 13 mm lang. Unser Material besteht demnach aus grossen Tieren, was wohl bedingt ist durch die gute Ernährung der Kaulquappen.

Das Alter der Frösche soll gerechnet werden vom 13. Mai an, das ist derjenige Tag, an welchem die erste vierbeinige Larve beobachtet wurde. Die 40 Tage der embryonalen und der larvalen Zeit werden nicht berücksichtigt. Wenn also weiter unten vom Alter der Frösche dieser Zucht gesprochen wird, so ist die seit dem 13. Mai verflossene Zeit gemeint.

Die Messung der lebenden zarten Tiere geschieht, um Schädigungen zu vermeiden, nicht mit spitzen Metallwerkzeugen, sondern mit Papierkalibern, die aus starkem Schreibpapier in den erforderlichen Grössen sehr leicht herzustellen sind, indem das Ende eines länglichen Streifens schwalbenschwanzartig ausgeschnitten wird. Nur die toten Tiere werden mit dem Zirkel gemessen.

In der ersten Zeit sind nur je die grössten und die kleinsten Frösche gemessen, erst nach vier Monaten werden die Masse aller Tiere genommen.

Am 29. Mai ist der grösste der ungefähr 2 Wochen alten Frösche 20 mm lang, die kleinsten 15 mm.

Wenn wir hier — wie es auch im folgenden geschieht — annehmen, dass der grösste am 13. Mai 16 mm, die kleinsten 13 mm gross waren, so sind der grosse um 4 mm, die kleinen um 2 mm gewachsen. Das Längenwachstum der grossen ist also doppelt so gross als dasjenige der kleinen.

Die Grösse von zwei am 2. Juni gestorbenen Frösche beträgt (mit Zirkel gemessen) 20 und 18 mm.

Im Alter von 1 Monat (13. Juni) massen die grössten Frösche 22—23 mm, die kleinsten 17 mm.

Die grossen übertreffen jetzt schon *Pflüger's* 1 Jahr alte überwinterte Frösche, welche nur 21 mm lang waren.

Die Längenzunahme der grössten ist mit 7 mm wieder beinahe doppelt so gross als die Zunahme der kleinen, welche nur 4 mm beträgt.

Am Ende des 2. Monats (13. Juli) ist der grösste Frosch 28 mm, die vier bis fünf nächstgrösseren sind 25 mm, der Rest ist 20 bis 18 mm lang.

Die Längenzunahme innerhalb der 2 Monate beträgt für den grössten 12 mm, für den kleinsten nur 5 mm.

Die Vergleichung des Wachstums innerhalb des 1. und des 2. Monats zeigt eine geringere Zunahme im 2. Monat, die namentlich bei den kleinsten sehr erheblich ist.

Die Masse dieser 9 Wochen alten Frösche stimmen recht gut überein mit den Angaben von *Born*, dessen 7—8 Wochen alte Bastarde bei reichlicher Nahrung 25—26 mm gross waren. Dagegen ist der bei *Rösel von Rosenhof* in Fig. 36 auf Taf. III abgebildete, als 1 Jahr alt bezeichnete Frosch nur 27 mm lang, und *Pflüger* gibt als Körperlänge der im zweiten Lebensjahre befindlichen, also mehr als 1 Jahr alten Frösche 30 mm an.

Im Alter von 3 Monaten (15. August) ist der grösste Frosch schon 35 mm lang, dann kommen 2—3 von ungefähr 33 mm; die Mehrzahl misst 25 mm, die kleinsten 20 mm.

Die Zunahme der drei bis vier grössten beträgt in 3 Monaten also 17—19 mm, die der mittelgrossen 10—11 mm, die der kleinsten 7 mm.

Die grössten sind in 3 Monaten schon mehr gewachsen als nach *Pflüger* die Längenzunahme im ganzen ersten Lebensjahre betragen soll, die er zu 15 mm berechnet.

Die 4 Monate alten Frösche werden (am 13. September) sämtlich gemessen. Die Masse zeigt die folgende Tabelle. Sie enthält nur noch 29 Frösche, denn an der Wurmkrankheit sind elf Stück der ursprünglichen Anzahl gestorben.

Tabelle I.

Nr.	Länge	Nr.	Länge	Nr.	Länge	Nr.	Länge	Nr.	Länge
1	37 mm	7	30 mm	13	28 mm	19	26 mm	25	24 mm
2	"	8	"	14	"	20	"	26	"
3	"	9	29 mm	15	27 mm	21	25 mm	27	23 mm
4	35 mm	10	"	16	"	22	"	28	22 mm
5	32 mm	11	28 mm	17	"	23	"	29	"
6	"	12	"	18	"	24	"		

Nimmt man 30 mm und 25 mm als Grenzen von drei Gruppen so enthält die Gruppe der acht grössten die Frösche von 37—30 mm,

die Gruppe der 16 mittelgrossen die Frösche von 29—25 mm, die Gruppe der fünf kleinsten die Frösche von 22—24 mm.

Das Mittel aus allen Einzelmessungen ergibt als *Durchschnittsgrösse der 4 Monate alten Rana fusca* 28 mm, was sehr gut stimmt zu der Gruppe der mittelgrossen, welche über die Hälfte der Gesamtzahl umfasst.

Die grössten Frösche sind in 4 Monaten um 21 mm, die mittelgrossen sind um etwa 13 mm, die kleinsten um 10 mm gewachsen. Das Wachstum der grössten war also doppelt so gross als dasjenige der kleinsten; es beträgt bei ersteren in der Woche ungefähr 1 mm, bei letzteren 0,5 mm.

Der bei *Rösel von Rosenhof* in Fig. 37 auf Taf. III als Beispiel des 2 Jahre alten abgebildete Frosch misst 40 mm, also nur 3 mm mehr als die grössten der von mir aufgezogenen Frösche in 4 Monaten erreicht haben.

Gegen Ende des 5. *Monates* sind die grössten Tiere der hier geschilderten Zucht 39 mm lang. Das Wachstum ist jetzt nur noch gering, trotzdem die Tiere sich in ausgezeichnetem Ernährungszustand befinden, wie das Aussehen der Leber und des Fettkörpers eines gelegentlich untersuchten Tieres beweisen. Es naht aber die Zeit des Winterschlafes, die Tiere sind träge, die Fresslust sinkt von Tag zu Tag, obgleich seit Ende September das Zimmer geheizt wird.

Das Längenwachstum während der ersten fünf Monate und die individuellen Unterschiede zeigt in gedrängter Form die folgende Tabelle.

*Tabelle II.*

Datum	Grösster	Mittlere	Kleinste	Alter
13. Mai	16 mm	14—15 mm	13 mm	—
29. Mai	20 „	—	15 „	2 Wochen
13. Juni	23 „	—	17 „	1 Monat
13. Juli	28 „	20 mm	18 „	2 Monate
15. August	35 „	25 mm	20 „	3 „
13. September	37 „	25—29 mm	22 „	4 „
4. October	39 „	—	—	5 „

#### Besprechung der Ergebnisse.

Die gegebenen Zahlen zeigen, dass *Rana fusca* viel schneller wächst, als *Rösel von Rosenhof* und *Pflüger* angeben. Mit der einen

von *Born* gegebenen Zahl stimmen meine Ermittlungen gut überein. Worauf *Rösel von Rosenhof*, dieser ausgezeichnete Froschkenner, seine Ansichten stützt, ist aus seinem Werke nicht herauszubekommen. Er stellt seine Altersangaben auf, ohne Beweise beizubringen, deren Fehlen schon *Pflüger* auffiel.

*Pflüger's* Altersbestimmungen sind das Ergebnis unrichtiger Deutungen und unrichtiger Schlussfolgerungen.

Bei ihrer Beurteilung und Prüfung muss festgehalten werden, dass *Pflüger's* Messungen Ende Juli, Anfang August gemacht sind. Man darf die von ihm ermittelten Masse nicht ohne weiteres auf Frösche übertragen, die zu anderen Jahreszeiten gefangen sind.

*Pflüger* findet, dass um die genannte Zeit die in freier Natur beobachteten jungen Frösche nach ihrer Grösse drei Gruppen bilden, zwischen denen Übergänge selten sind oder fehlen. Die erste Gruppe sind kleinste Frösche von 13—18 mm, die zweite Gruppe solche von 22—37 mm, die dritte Gruppe sind die „Halbwüchsigen“ von 45 bis 55 mm Körperlänge.

Die verschiedenen Grössen kommen nicht durcheinander gemischt an demselben Orte vor, sondern die eine Gruppe an der einen, die andere an einer anderen Stelle; nur die Halbwüchsigen kommen an denselben Plätzen vor, wo sich die alten Tiere aufhalten. Kleinere (*Pflüger* sagt jüngere) Tiere als Halbwüchsige kommen zwischen den alten Tieren durchaus nicht vor.

Daraus schliesst *Pflüger* zunächst, dass die einem Laichplatz entstammende Generation eines Jahres herdenartig während mehrerer Jahre zusammenhält, und daraus folgert er dann weiter, dass die Gruppe der kleineren Frösche sich im ersten Jahre, die mittlere im zweiten Jahre, die Halbwüchsigen sich im dritten Jahre befinden.

Gegen diese Folgerungen ist zu sagen: Das Nichtvorkommen kleinerer Frösche zwischen den Erwachsenen wird einfach und ungewungen erklärt durch die bekannte Gefrässigkeit der Frösche, welche vor ihren eigenen Artgenossen nicht Halt macht; nur die Halbwüchsigen dürften für die Erwachsenen ihrer eigenen Art zu gross sein.

Für das herdenartige Auftreten der kleinsten Frösche trifft die Erklärung *Pflüger's* zu, <sup>a</sup>ber schon für die Gruppe der



Mittelgrossen ist sie nicht richtig, wie sich aus Folgendem ergeben wird.

Die Ende Juli, Anfang August 13—18 mm grossen Frösche stammen in allen Gegenden, in denen die Laichzeit in das Ende des März oder den Anfang des April fällt und die Kaulquappen Ende Mai, Anfang Juni, zu Fröschen werden, sicher aus demselben Jahr. *Pflügers* Bestimmung, dass Frösche dieser Grösse sich im ersten Lebensjahr befinden, ist also zutreffend.

Anders ist es mit den Ende Juli, Anfang August 22—37 mm langen Fröschen, welche nach *Pflüger* im zweiten Lebensjahre stehen sollen. Ende Juli, Anfang August sind, wie *Pflüger* selber angibt, seit der Verwandlung der Frösche desselben Jahres zwei Monate vergangen. In einer noch nicht so langen Zeit (in 7—8 Wochen) waren *Borns* Bastarde bis 26 mm, meine Frösche aber sind in zwei Monaten sogar bis 28 mm herangewachsen. Somit werden unter den Fröschen, welche nach *Pflüger* sich im zweiten Lebensjahr befinden sollen, sich eine grosse Anzahl von Fröschen desselben Jahres sein. Nur für die grösseren dieser Gruppe ist *Pflügers* Bestimmung richtig, denn Ende Juli, Anfang August kann die Brut desselben Jahres noch nicht 37 mm lang geworden sein. Diese Grösse erreichten die kräftigsten Tiere meiner Zucht erst nach vier Monaten.

Die sieben von *Pflüger* ein Jahr lang in seinem Freiluft-Terrarium gezüchteten Frösche, welche Ende Juni des zweiten Jahres, also im Alter von mehr als 12 Monaten erst 21 mm lang sind, dürfen nach den Resultaten von *Born* und mir wohl als sehr schlecht ernährt betrachtet werden.

*Pflügers* mittlere Gruppe enthält also Frösche aus zwei Kalenderjahren, die kleineren, bis 28 mm langen sind zum Teil erst zwei Monate, die grösseren höchst wahrscheinlich 14 Monate alt. Auch die Anschauung von dem herdenartigen Zusammenhalt der einem Laichplatz entstammenden Brut trifft also für das zweite Jahr schon nicht mehr zu und wird für spätere Jahre noch weniger zutreffen.

Die nach *Pflüger* im dritten Lebensjahr stehenden halbwüchsigen Frösche, welche Ende Juli, Anfang August 45—55 mm lang sind, können nach den in dieser Arbeit mitgeteilten Ergebnissen recht gut aus dem vorhergehenden Jahre stammen, also erst 14 Monate alt sein statt 26.

Wenn die Körperlänge der grössten Frösche meiner Zucht in 5 Monaten (vom 13. Mai bis 13. Oktober) um 23 mm zugenommen hat, so wird sie wohl im nächsten Jahr in der Zeit von Anfang April bis Anfang August, also in 4 Monaten, noch um 15 mm zunehmen können, so dass die alsdann 14 Monate alten Frösche 45—55 mm lang sein könnten. Hierbei wird ein vollkommener Stillstand des Längenwachstums angenommen während des Winterschlafes, welcher von Mitte Oktober bis Ende März gerechnet wird, was für die ebenen Teile Mitteleuropas recht lang ist.

Den sicheren Beweis kann nur die direkte Beobachtung liefern. Wenn es mir gelingt, die Frösche, über welche in dieser Arbeit berichtet ist, wenigstens bis auf 45 mm Körperlänge zu züchten oder sie bis zum August des nächsten Jahres am Leben zu erhalten, werde ich über die Befunde berichten.

Die positiven Feststellungen über das Längenwachstum enthält in gedrängter Form die Tabelle II auf S. 55. Sie gibt Aufschluss über die absolute Zunahme innerhalb der ersten 5 Monate und zeigt die sehr beträchtlichen individuellen Grössenunterschiede.

Man kann also bei unausgewachsenen Fröschen aus der Körperlänge nicht auf das Alter schliessen, denn gleichalterige Frösche können verschieden lang, und gleichlange Frösche können verschieden alt sein.

---

Aus dem anatomischen Kabinett des Medizinischen Institutes für weibliche Studierende zu Kiew.

---

## Über die Form des menschlichen Hüftgelenks.

Von

**R. Hellwig.**

---

(Mit 47 Fig. im Text.)

---

### Vorwort.

Im Sommer 1907 schlug Prof. P. J. Leshaff mir während meiner Arbeit im St. Petersburger Biologischen Laboratorium vor, mich mit der Untersuchung der geometrischen Form des menschlichen Hüftgelenks, dieser noch nicht endgültig gelösten Frage, zu beschäftigen. Der Analyse dieses Gelenkes sind, wie ich es bei eingehenderem Studium der diesbezüglichen Literatur ersah, zwar nicht wenig Arbeiten gewidmet, doch herrscht noch bis auf den heutigen Tag volle Uneinigkeit in den Ansichten über dessen Form und Charakter.

Um den Ausgangspunkt und die Methode der Untersuchung festzustellen, habe ich bei Beginn der Arbeit danach getrachtet, eine möglichst grosse Anzahl von menschlichen und tierischen, teils frischen, teils konservierten Hüftbeinen durchzusehen.

Diese vorläufige Besichtigung des Untersuchungsmaterials, welche im Petersburger Biologischen Laboratorium an einer bedeutenden Anzahl von Exemplaren vollzogen wurde (gegen 300 Gelenke), bewies mir, dass die Vielseitigkeit der Gelenkform vom vergleichend-anatomischen Standpunkte aus eine sehr bedeutende ist und in den Grenzen verschiedener, aus einfachen Formen (blockartige, elliptische, kugelförmige usw.) zusammengesetzten Kombinationen schwankt. Was das menschliche Gelenk anbelangt, so gewannen wir die Ueberzeugung,

dass keine vollkommene Identität im Charakter seiner Gelenkfläche existiert, und dass es eine gewisse Anzahl von Variationen gibt, die sich um eine bestimmte Grundform gruppieren.

Dieser letzte Umstand war ausschlaggebend, um den Plan und das Ziel meiner ganzen Arbeit zu definieren, und ich beschloss, nicht nur die Gelenkform und deren Charakter zu untersuchen, sondern auch diejenigen Bedingungen, welche zur Formierung des Gelenkes beitragen, einer genauen Analyse zu unterwerfen. In solchem Massstabe erschien aber die Arbeit gross und beschwerlich. Die Schwierigkeiten wurden noch durch den Umstand gesteigert, dass ich meine Arbeit im anatomischen Kabinett des Kiewer Instituts für weibliche Studierende, einer Anstalt, die noch im Werden begriffen ist und den Anforderungen für wissenschaftliche Zwecke noch bei weitem nicht entspricht, ausführen musste. Erst musste ein Laboratorium und die Möglichkeit zum Arbeiten geschaffen werden, ehe man sich an die Arbeit selbst machte. Und oft erforderten diese vorhergehenden Vorbereitungen mehr Zeit als die Untersuchungen selbst. Am schlimmsten stand es um das Leichenmaterial, welches oft fehlte und die Arbeit nicht selten auf lange hemmte.

Die Untersuchung der wechselseitigen Beziehungen der das Gelenk formierenden und umgebenden Teile, welche dessen Eigenheiten bedingen, gab mir viel Daten, doch war es ein Ding der Unmöglichkeit, dieselben in *eine* Arbeit zu fassen. Deshalb musste ich mich vorerst damit begnügen, nur einen Teil der Frage — nämlich denjenigen über die Analyse der menschlichen Gelenkflächenform — zu berühren. Anfangs beabsichtigte ich, die Untersuchungsergebnisse der tierischen Gelenke hier anzufügen, doch hielt mich die Grösse dieses Materials davon ab, und ich beschloss daher, dieselben in einer selbständigen Arbeit in vollem, unbegrenztem Umfang zu geben.

In meiner Analyse der menschlichen Gelenkform habe ich unter anderem die Gelenke einiger Tiere erwähnt, doch nur soweit es zur Erklärung und Beleuchtung der Eigenheiten dieser Form beitragen konnte.

\*

\*

\*



## I. Literaturübersicht.

*Über die Form des menschlichen Hüftgelenks.*

Die ersten, welche das Hüftgelenk einer genauen Untersuchung unterwarfen, waren die Brüder *W. und E. Weber*. In ihrem klassischem Werke „Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge“<sup>1)</sup> betrachten sie die Gelenkflächen als sphärische Flächen. Gelenkkopf und Pfanne sind ihrer Meinung nach von gleichem Durchmesser und befinden sich ihrer ganzen Ausdehnung nach in enger Berührung. Letzteren Umstand heben die Gebr. *Weber* ganz besonders hervor, indem sie bemüht sind, die Daten von *Paletta*<sup>2)</sup> zu widerlegen. Diese Schlussfolgerung zogen sie auf Grund von Knochendurchschnitten, die sie in verschiedensten Richtungen, sowohl durch das gesamte Gelenk, als auch durch Kopf und Pfanne einzeln genommen, ausführten. Ausserdem gossen sie Kopf und Pfanne in Gyps ab und fügten ein Modell ins andere. Der Gelenkknorpel ist, ihren Angaben nach, an denjenigen Stellen am dicksten, wo der Druck des einen Knochens auf den anderen am grössten ist. Die Experimente der Gebr. *Weber*, die beweisen sollten, welche wichtige Rolle der Luftdruck in der Zusammenhaltung der Gelenkflächen spielt, sind bekannt. Und da sie keine direkte Beziehung zu der von uns aufgeworfenen Frage haben, wollen wir uns auch nicht länger dabei aufhalten.

In der riesigen anatomischen Literatur, die sich von den Gebr. *Weber* an bis auf den heutigen Tag angesammelt hat, kann man, sowohl in allgemeinen Handbüchern der Anatomie, als auch in speziellen, dieser Frage gewidmeten Arbeiten Daten über das menschliche Hüftgelenk finden.

Dabei ziehen einige Autoren bei Betrachtung der Form des Gelenkes ihre Schlussfolgerung auf Grund einfacher Beobachtung, indem sie sich zuweilen auf die Gebr. *Weber* berufen, während sich andere auf die Resultate einer speziellen, mitunter instrumentellen Untersuchung stützen.

Es ist kaum möglich, die Daten aus allen anatomischen Hand- und Lehrbüchern anzuführen, und ausserdem hat dieses auch keinen unmittelbaren wissenschaftlichen Wert, da sich dieselben entweder wiederholen oder sich auf spezielle Arbeiten berufen. Deshalb scheint es zweckmässiger, nur diejenigen Arbeiten und diejenigen Autoren zu erwähnen, welche etwas Neues bringen oder uns dazu verhelfen, die zu verschiedenen Zeiten herrschenden Anschauungen zu verstehen.

Nach den Arbeiten der Gebr. *Weber* gab es anfangs nur eine, mit ersteren vollkommen übereinstimmende Ansicht über das Gelenk, indem es als regelrecht kugelförmig betrachtet wird.

So ist nach *J. Henle*<sup>3)</sup> das Hüftgelenk eine tiefe Gelenkfürgung (Enarthrosis) von kugelartiger Form, deren Gelenkflächen sich in vollständigem Kontakt befinden. Der Kopf übertrifft an Umfang den einer Halbkugel; die Pfanne ist nicht grösser wie 180° und wird durch den Ansatz des Labrum glenoidale vergrössert.

<sup>1)</sup> W. u. E. Weber, „Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge“. Göttingen, 1836.

<sup>2)</sup> Paletta ist auf Grund seiner Forschungen der Meinung, daß der Gelenkkopf kleiner als die Pfanne ist und letztere nicht ausfüllt.

<sup>3)</sup> J. Henle. Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Braunschweig 1855—1858. Weiter J. Henle „Grundriß der Anatomie des Menschen“.

A. Walter<sup>1)</sup> hält die Gelenkflächen des Hüftgelenks für vollkommen kugelförmig und von so gleicher Grösse (Durchmesser 20—22"), dass sie einander völlig entsprechen und ihrer ganzen Ausdehnung nach in enge Berührung treten können. Der Gelenkkopf entspricht  $\frac{2}{3}$  einer Kugel. Unter anderem macht Walter die Bemerkung, dass der Kopf ohne Knorpelbedeckung ein Ellipsoid darstellt<sup>2)</sup>.

N. Pirogoff<sup>3)</sup> (1859) gelangt auf Grund einer ganzen Reihe von Schnitten (die in seinem berühmten Atlas angeführt sind), welche durch das Gelenk gefrorener Objekte gemacht wurden, zum Resultat, dass die Gelenkflächen des Kopfes und der Pfanne in engem Kontakt stehen. Er sagt: „Capitulum femoris excavationem acetabuli omnino explet.“ Er hält sich nicht speziell bei der Analyse der Form der Gelenkfläche auf, hält sie aber für kugelförmig<sup>4)</sup>. Obgleich der Gelenkkopf, seinen Angaben nach, in den verschiedenen Durchschnitten kein völlig identisches Bild darbietet, so hat er doch immer die Form eines Halbkreises (nicht unter 180°). Die sphärische Oberfläche des Kopfes wird an der Insertionsstelle des Lig. teres unterbrochen. Die Dimension der Pfanne beträgt 14—15".

Im Jahre 1863 entwickelt aber Ch. Aebly in seiner Arbeit „Die Sphäroidgelenke der Extremitätengürtel“<sup>5)</sup> eine ganz neue Ansicht über die Form der Oberfläche dieses Gelenkes. Er findet, dass die Form des Schulter- und Hüftgelenkes nur in seltenen Fällen ein wirkliches Kugelsegment darstellt, gewöhnlich stellen sie die Kombination zweier Rotationskörper mit sehr verschiedenem Radius dar, wobei die kleineren Radien stets dem nach innen, die grösseren dem nach aussen hin gelegenen Teile des Gelenkkopfes angehören.

Aebly hält den Rotationskörper für ein solches Gebilde, welches bei Drehung eines Kreisbogens um eine unbewegliche Achse entsteht, wobei die Entfernung vom Bogen bis zur Drehungsachse stets kleiner ist als der Radius des rotierenden Kreissegmentes.

Die Oberflächen der Rotationskörper sind dadurch charakteristisch, dass sie in zwei einander perpendicularen Schnittflächen verschiedene Halbmesser aufweisen.

Bei Kombination solcher Körper ist der Übergang der einen Oberfläche in die andere um so schärfer ausgeprägt, je grösser der Unterschied zwischen deren Radien ist, dabei geht der flachere Bogen längs der Tangente der Kurve des kleineren.

Nach Aebly haben wir im Hüftgelenk die Kombination zweier Rotationskörper mit vorherrschender Entwicklung des kleineren von beiden. In einigen Fällen beherrscht er den grösseren Körper vollständig, dann entsteht eine einfachere Form, welche nur einem Rotationskörper angehört.

Dabei verschwindet derjenige Teil der Rotationsfläche, welcher sich im Gebiet

<sup>1)</sup> A. Walter. Anatomiekursus des menschlichen Körpers. Kiew, 1855. (Russisch.)

<sup>2)</sup> Ibid. S. 102.

<sup>3)</sup> M. Pirogoff. Anatome topographica sectionibus per corpus humanum congelatum. Petropoli 1859, S. 49, Fascic. IV.

<sup>4)</sup> Uno loco superficies sphaerica capituli quodam modo interrumpitur et propius margini posteriori eique inferiori *hujus sphaerae* parvam excavationem (foveam) exhibet.

<sup>5)</sup> Zeitschrift für rationelle Medizin. Herausgegeben von Dr. Henle und Dr. Pfeufer III K. B. XVII, 1863.

des dem Rotationskörper angehörigen Pols befindet. Letzterer liegt in diesem Falle am oberen Ende der Fovea capitis.

*Aeby* liefert zwei Masstabellen, welche an menschlichen Gelenken und solchen einiger Tiere gemacht wurden. In der einen sind alle absoluten Maße (in mm) angeführt, in der anderen — die Maße im Prozentverhältnis zur Grösse des Radius des rotierenden Kreises. In den Tabellen bezeichnet *R* den Radius des rotierenden Kreises, *r* den Radius des Drehungskreises und *E* den Grössenunterschied beider, die Exzentrizität des letzteren.

	Kleinerer Rotationskörper			Größerer Rotationskörper		
	R.	r.	E.	R.	r.	E.
Homo	29,1	26,0	3,1	—	—	—
Delphinus delphis	.	.	.	.	.	.
Camelus dromedarius	24,2	24,2	0	48,5	24,2	24,3
Myrmecophaga jubata	13,7	13,7	0	—	—	—
Capra hircus	11,0	10,8	0,2	49,0	10,8	38,2
Chelone mydas	11,9	11,3	0,6	∞	11,0	∞
Equus caballus	29,5	23,0	6,5	52,5	29,6	22,9
Canis familiaris	9,1	8,8	0,3	10,8	9,0	1,8
Bos taurus	36,4	29,0	7,4	97,5	30,8	66,7
Delphinus delphis	.	.	.	.	.	.
Camelus dromedarius	100	100	0	100	49,9	50,1
Myrmecophaga jubata	100	100	0	.	.	.
Capra hircus	100	98,2	1,8	100	22,0	78,0
Canis familiaris	100	96,7	3,3	100	83,3	16,7
Chelone mydas	100	96,5	3,5	100	.	.
Homo	100	89,3	10,7	.	.	.
Bos taurus	100	79,7	20,3	100	31,6	68,4
Equus caballus	100	77,8	22,2	100	56,4	43,6

Beim Anführen dieser Tabellen weist *Aeby* darauf hin, dass der Hauptrotationskörper weniger exzentrisch gelegen ist als der nebensächliche, und dass diese Exzentrizität beim Menschen schärfer ausgeprägt ist als bei einigen anderen hier angeführten Tieren.

Zum Schluss schlägt *Aeby* vor allen sogenannten kugelförmigen Gelenken, welche der Regel nach keine Arthrodien, sondern Segmente von Rotationskörpern sind, die Benennung „Sphäroidgelenke“ zu geben und das wirklich kugelförmige Gelenk nur als eine besondere Form dieser Gelenke zu betrachten. Weiter sagt *Aeby* in seinem Lehrbuch der Anatomie<sup>1)</sup>: „Der eigentliche Gelenkkopf ist nicht, wie man dies lange Zeit geglaubt hat, ein Kugelabschnitt, sondern das schiefe Polsegment eines querliegenden Ellipsoides, dessen beide Krümmungsradien sich ungefähr wie 9:10 verhalten. Die flachere Krümmung fällt in die Längsrichtung

<sup>1)</sup> *Aeby*, Chr. Der Bau des menschlichen Körpers mit besonderer Rücksicht auf seine morphologische und physiologische Bedeutung. Leipzig, 1871, S. 302.



des Halses, die steilere senkrecht auf dieselbe. Die Wölbung ist übrigens hier eine stetig fortlaufende und nicht, wie am Kopfe des Oberarmes, eine einseitig sich steigernde.“

Weiter schreibt *Aeby*: „Die Verbindung des Oberschenkels mit dem Beckengürtel bietet, obwohl im allgemeinen dem Typus sehr beweglicher Gelenke folgend, doch in mehrfacher Hinsicht so bedeutende Eigentümlichkeiten, dass ihr unter allen Körpergelenken eine ganz besondere Stellung zukommt.“

Das Hüftgelenk gehört in die Klasse der Sphäroidgelenke, obwohl, wie bereits hervorgehoben wurde, seine Abweichungen von der reinen Kugelform ziemlich beträchtlich sind. Eine vorherrschende Drehachse tritt in ihm viel bestimmter hervor, als es im Schultergelenke der Fall ist<sup>1)</sup>.

Die Daten von *Aeby* änderten übrigens die allgemeine Ansicht über das Hüftgelenk nur wenig: die Autoren hörten nicht auf, es als kugelförmig zu betrachten, obschon einige von ihnen die Regelmässigkeit desselben für nicht einwandfrei halten.

*J. Henke*<sup>2)</sup> hält das Gelenk für kugelförmig und widerlegt den Versuch *Aeby's*, das Gelenk den Sphäroiden zurechnen zu wollen. Die Grösse des Gelenkpfannes ist, seinen Daten nach, beträchtlich mehr als eine halbe Kugel von etwas weniger als 1 Zoll Radius. *Henke* findet, dass die Abweichungen des Gelenkes nicht dazu beitragen, die Ansicht über die Form desselben zu ändern: diese wird durch die Elastizität des Knorpels ausgeglichen, und ausserdem können die Gelenkformen überhaupt nicht als rein mathematische und geometrische Figuren angesehen werden.<sup>3)</sup> Die Pfanne des Hüftgelenkes entspricht, laut *Henke*, der Hälfte einer Kugel. Alle Ungleichheit zwischen Kopf und Pfanne lässt sich durch die Elastizität des Knorpels ausgleichen.

Nach *H. Luschka*<sup>4)</sup> ist das Gelenk eine Enarthrose, doch hält er den Kopf für nicht ganz kugelförmig. Er ist etwas grösser als die Hälfte einer Kugel mit einem R. gleich  $2\frac{1}{2}$  cm und einem Knorpel, dessen Dicke im mittleren Teil 3 mm beträgt. Das Acetabulum ist eine Hohlkugel von gleichem Radius, doch geringerem Segment, ihr grösster Durchmesser beträgt 5 cm.

*C. Langer*<sup>5)</sup> betrachtet das Hüftgelenk als Arthrodie mit einem Centrum. Der Schenkelkopf besitzt eine Gelenkfläche in dem Umfange einer Halbkugel, die die Pfanne ist ihm entsprechend. Die Berührung der Gelenkflächen ist eine vollkommene und bleibt sich auch bei gestreckter Extremität gleich, infolge der Spannung der Kapselbänder.

Derselben, den Angaben der Gebr. *Weber* entsprechenden Ansicht über das Hüftgelenk sind auch andere Autoren dieser Epoche.

So hält *Richet*<sup>6)</sup> es für ein richtiges Sphäroid (un Sphéroïde presque complet).

<sup>1)</sup> Ibid. S. 304—305.

<sup>2)</sup> Henke, J. W. Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. Leipzig—Heidelberg, 1863.

<sup>3)</sup> Ibid. S. 32.

<sup>4)</sup> Luschka, H. Die Anatomie des Menschen. Bd. III, I. Abteilung. Die Glieder. Tübingen, 1865.

<sup>5)</sup> Langer. Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Wien, 1865.

<sup>6)</sup> Richet, A. Traité pratique medico-chirurgicale. Troisième édition Paris, 1866.



*Beaunis et Bouchard*<sup>1)</sup> nennen es Enarthrose und weisen darauf hin, dass der Radius des Kopfes 22—25 mm beträgt.

*Hueter*<sup>2)</sup> findet, dass der Gelenkkopf mehr als die Hälfte einer idealen Kugel darstellt. Dasselbe finden wir bei *Sappey*<sup>3)</sup> und *Hyrtl*<sup>4)</sup>; letzterer beruft sich auf die Angaben der Gebr. *Weber*.

Doch weiter erscheint in der Literatur eine Reihe von Arbeiten, welche der speziellen Untersuchung des Gelenkes gewidmet sind und deren Resultate weit von den festgestellten Ansichten abweichen, indem sie sich teilweise den Anschauungen *Aeby's* anschliessen, teils selbständige Auffassungen haben. Hierher gehören die Arbeiten von *König* (1873), *Hermann Meyer* (1873), *Fr. Schmid* (1874) und *Werjuschsky* (1875).

*König*<sup>5)</sup> hält den Gelenkkopf für einen Körper, der keinen bestimmten, für alle Teile seiner Oberfläche, gemeinschaftlichen Radius besitzt. Sein oberer Teil stellt den Abschnitt eines Kreises dar, dessen R. 26 mm beträgt, während derjenige des unteren Teiles kleiner ist.

Das Acetabulum stellt in dem Teil, welcher dem oberen Abschnitte des Kopfes entspricht,  $\frac{1}{4}$  eines Kreises dar, doch übersteigt sein Radius denjenigen des Gelenkkopfes um 2—3 mm. Das Zentrum der konkaven Acetabulumfläche befindet sich 2 mm medialer, als dasjenige der Gelenkkopfkrümmung, auf einer Linie, die den Berührungspunkt der Gelenkflächen mit dem Zentrum der Kopfkurve vereinigt.

Eine enge Berührung zwischen Kopf und Pfanne besteht nach *König* nicht, dieselbe existiert nur dann, wenn der Kopf durch irgendeine Kraft in die Pfanne gedrückt wird, dabei kommt aber diese enge Berührung nur an einer streng umgrenzten Stelle und hauptsächlich beim Stehen zustande.

Diesen Daten *Königs* entgegen, bestreitet *Albert* in seiner Arbeit „Zur Mechanik des Hüftgelenkes“<sup>6)</sup> (1874) das Vorhandensein solcher Spalten im Hüftgelenk und findet, dass *König* die Ungleichheiten, welche zwischen den Gelenkflächen vorkommen können und schon allbekannt sind, übertreibt. Er gibt zu, dass bei Extension des Femur sich, dank der Dislokation der Gelenkflächen, Spalten im Gelenk bilden können. Um seine These zu beweisen, nimmt *Albert* das Gelenk eines frischen Leichnams, macht in bestimmter Richtung einen Durchschnitt durch das Acetabulum und den Gelenkkopf und fügt sie in verschiedenen Stellungen aneinander.

Bei allen Lagen berühren sich die Flächen vollkommen, und auf Grund dieser Experimente kommt *Albert* zum Schluss, dass das Hüftgelenk zwei gleiche, kugelförmige Flächen besitzt, welche in vollem Kontakt miteinander stehen; erworbene Krümmungsanomalien kommen vor.

<sup>1)</sup> Beaunis et Bouchard. Nouveaux éléments d'anatomie descriptive et d'embryologie. Paris, 1873.

<sup>2)</sup> Hueter, C. Klinik der Gelenkrankheiten. Leipzig, 1871.

<sup>3)</sup> Sappey. Traité d'anatomie descriptive. Paris, 1867.

<sup>4)</sup> Hyrtl, J. Handbuch der topographischen Anatomie in ihrer praktisch . . . 1866. Wien, 1883.

<sup>5)</sup> König. Studien über die Mechanik des Hüftgelenkes und deren Einfluß auf Physiologie und Pathologie. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. III, 1873.

<sup>6)</sup> Albert, E. Zur Mechanik des Hüftgelenkes. Zentralblatt für die medizinischen Wissenschaften. 1874, Nr. 40, S. 609.

*Hermann Meyer*<sup>1)</sup> gelangt auf Grund einer Untersuchung der Schenkelkopfkrümmung zur Schlussfolgerung, dass das Caput femoris dem Charakter seiner Oberfläche nach nicht kugelförmig ist.

Es ist oben und vorne, gerade an den Stellen, die am häufigsten mit der Facies lunata in Berührung kommen, abgeflacht. Der Grösse nach steht der Durchmesser des oberen Kurvensegmentes dabei an erster Stelle, darauf folgt der Durchmesser des vorderen und schliesslich des unteren Segmentes. Als Untersuchungsobjekt diente das frische, gesunde Gelenk einer jugendlichen männlichen Leiche. Zur Bestimmung der Kurve wandte *Hermann Meyer* folgendes Verfahren an: vor dem Gelenkkopf wurde ein feinmaschiges Netz aufgestellt und der Kopf aus einiger Entfernung durch ein Katetometer beobachtet. Die Punkte der Gelenkkurve wurden nach dem vorne befindlichen Netz definiert und auf Papier auf ein gleichartiges vergrössertes Netz übertragen. Auf diese Weise erhielt man in vierfacher Grösse die Umrisse des Femurkopfes in der Ansicht von vorne, in derjenigen von oben und in derjenigen von innen.

In der Ansicht von oben stellt der hinter der Fovea befindliche Teil einen Kreisbogen von  $90^\circ$  mit einem Radius von 54 mm dar, der vor der Fovea liegende Teil einen Kreisbogen von  $115^\circ$  mit Radius von 57 mm. Von vorne gesehen, betrug der Kreisbogen des unter der Fovea befindlichen Teiles  $90^\circ$  mit R. von 54 mm und des über der Fovea liegenden  $100^\circ$  mit R. von 58 mm.

Von innen gesehen, hatte der Umkreis einen Radius von 55 mm.

Der Meinung *H. Meyers* nach kann man trotz dieser unbedeutenden Differenz der Durchmesser das Gelenk doch als Arthrodie betrachten. In Zusammenhang damit steht augenscheinlich die Tatsache, dass *Hermann Meyer* in seinem Lehrbuch der Anatomie auf das Hüftgelenk als auf ein kugelförmiges hinweist<sup>2)</sup>.

*Fr. Schmid*<sup>3)</sup> setzte mit seinen Untersuchungen die Arbeit *Aebys* fort. Auf Grund der an 21 Leichen, im ganzen 27 Extremitäten (da nicht immer beiderseitig untersucht wurde) erhaltenen Daten kommt er beinahe zur gleichen Ansicht wie *Aeby*.

*Schmid* fand in allen untersuchten Extremitäten, mit Ausnahme der Extremität eines 3jährigen Knaben, einen deutlich ausgeprägten Rotationskörper, ein Ellipsoid (oder richtiger Cycloid) mit im ganzen horizontaler, die Spitze des Lig. teres durchsetzenden Rotationsachse. Dabei übertraf bei allen Erwachsenen der Radius des Meridians denjenigen des Aequators entschieden an Grösse; nur bei Kindern fand sich das Gegenteil. Nach *Schmid* haben wir es mithin bei Erwachsenen mit einem in der Richtung der Drehungsachse verlängerten, bei Kindern dagegen mit einem in gleicher Richtung verkürzten Rotationskörper zu tun.

Die Umformung des Gelenkes, welche sich mit zunehmendem Alter einstellt, hängt davon ab, dass der Oberschenkelknochen hauptsächlich in der Richtung der Aequatorialebene belastet wird und die Rotationsachse zugleich Drehachse des Gelenkes für einfache Beugung und Streckung ist. Der Übergang von der einen Form zur anderen findet sehr früh statt; so kann man bei einem 3jährigen Knaben schon eine richtige Kugelform konstatieren. Von diesem Zeitpunkte an

<sup>1)</sup> Hermann Meyer. Die Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüsts. Leipzig, 1873, S. 338.

<sup>2)</sup> H. Meyer. Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 1873, S. 132.

<sup>3)</sup> Fr. Schmid. Über Form und Mechanik des Hüftgelenkes Inauguraldisser-tation. Leipzig, 1874.

ergibt sich eine langsam zunehmende Differenz der beiden Radien zu gunsten des rotierenden Kreises. So betrug sie bei einem 9jährigen Mädchen 0,3 mm, bei einer 45jährigen Frau 2,5 mm. Doch ist diese Zunahme keine gleichmässige, sondern es machen sich bedeutende individuelle Schwankungen geltend.

Für den Gelenkkopf erhielt *Schmid* folgende Masse:

Alter	R. des Meridians	R. des Aequators	Differenz
Neugeborenes Kind	6,0	6,7	—0,7
Knabe von 2 Jahren	9,8	10,6	—0,8
„ „ 3 „	13,8	13,8	—0
Mädchen von 9 Jahren	17,5	17,2	—0,3
Erwachsene:			
Mittel	26,5	24,8	1,7
Minimum	23,0	21,8	1,2
Maximum	30,3	28,5	3,5

Die individuellen Schwankungen sind nach *Schmid* sehr bedeutend und der Unterschied zwischen den beiden Radien viel zu gross, als dass, wie *Henke* meinte, von einer elastischen Ausgleichung die Rede sein könnte.

Die Untersuchung der Pfanne zeigt folgendes:

Alter	R. des Meridians	R. des Aequators	Differenz
Knabe von 2 Jahren	10,4	11,1	—0,7
„ „ 3 „	14,0	14,0	0
Mädchen von 9 Jahren	17,6	17,3	0,3
Erwachsene:			
Mittel	25,2	24,4	1,8
Minimum	23,2	22,0	1,2
Maximum	29,8	27,7	3,1

Das Mittel für Kopf und Pfanne stimmt nach *Schmid* nicht überein: ersterer übertrifft die Pfanne an Grösse (26,2; 24,4); doch hängt dieses davon ab, dass er 27 Gelenkköpfe und nur 15 Pfannen untersuchte. Bei Vergleichung zusammengehörender Köpfe und Pfannen resultiert:

	R. des Meridians	R. des Aequators	Differenz
	(M)	(A)	(M—A)
Kopf, Mittel	25,5	24,3	1,7
Pfanne, Mittel	26,2	24,4	1,8
Differenz zwischen Kopf u. Pfanne	0,3	0,1	0,1

Setzen wir den Wert des Kopfes = 100, so wird für die Pfanne  $M = 101,2$  und  $A = 100,4$ .

Daraus ersieht man, dass die Form des Kopfes und der Pfanne einander



vollkommen entsprechen und eine völlige Kongruenz der beiderseitigen Gelenkflächen existiert. Eine Ausnahme bildet allein der Knabe von 2 Jahren, wo RM der Pfanne um 6,1 und RA derselben um 4,7 den gleichen Durchmessern des Kopfes überlegen sind.

Nach *Schmid* ist die Pfanne beim Kinde überhaupt kleiner und flacher als beim Erwachsenen.

Die Gelenkpfanne ist demselben Rotationskörper entnommen wie der Kopf und ist gleichsam dessen Negativ. Das Hüftgelenk besteht somit aus zwei kongruenten Rotationsellipsoiden.

Im Jahre 1875 erschien die Arbeit von *Dm. Werjuschsky*<sup>1)</sup>, der auf Grund einer Untersuchung von 40 Gelenkköpfen zu einem Schluss kommt, der sich von den bis dahin vorhandenen Meinungen unterscheidet. Er sagt: Der Schnitt des Gelenkkopfes stellt, genau genommen, weder eine Ellipse, noch einen Kreis dar, sondern ist ein sogenannter Korbbogen, d. h. eine Kurve, welche aus Bogenlinien von verschiedenem Halbmesser, die an ihrem Vereinigungspunkte eine gemeinsame Tangente haben, zusammengesetzt ist; Beispiele solcher Kurven sehen wir an steinernen Bogenbrücken<sup>2)</sup>.

Bei Betrachtung der Kurve, welche sich von vorne nach hinten zieht, bemerkt man, dass sie aus zwei, der Grösse nach ungleichen Bogenlinien besteht: die vordere davon ist grösser und hat einen längeren Radius. Die von aussen nach innen verlaufende Kurve besteht aus zwei unpaaren Hälften mit noch grösserer Differenz der Länge ihrer Halbmesser. Der kleinere von ihnen fällt auf den inneren Teil der Kurve. Als Übergangsstelle der einen in die andere dient das Lig. teres.

Betrachtet man das Lig. teres als Pol, so liegt der kleinste Radius der Kurve mehr nach innen und unten. Der Grösse nach folgt hierauf der Halbmesser derjenigen Kurve, welche von hinten verläuft, dann der vordere, während der grösste Radius auf diejenige Kurve fällt, welche ausserhalb oder oberhalb des Lig. teres verläuft.

An grossen Gelenkköpfen erreicht die Differenz der Radien der Aussen- und Innenseite 4 mm und zuweilen noch mehr. Die Differenz der Halbmesser der von vorne nach hinten gehenden Kurve ist etwas kleiner.

„Dieses Verhalten der den verschiedenen Seiten angehörenden Halbmesser, welches an grossen Gelenkköpfen so relief hervortrat, liess sich an kleinen (weiblichen und nicht völlig entwickelten) Köpfen wohl auch immer konstatieren, doch war die Differenz der Radien etwas geringer<sup>3)</sup>.“

Wenn man auf der Kurve des Gelenkkopfes mit kleinerem Radius die Hälfte eines Kreises beschreibt, so erscheint derjenige Teil der Kurve, welcher den grösseren Halbmesser hat und der äusseren oder vorderen Fläche entspricht, als Sphärenabschnitt, der einem Keil ähnelt, welcher seiner Länge nach geschweift ist und dessen konkave Seite auf dem gezeichneten Kreise ruht. Das schmale Ende steht mit dem hinteren (inneren) Abschnitt der Kurve in Verbindung, während sich der erweiterte Teil nach aussen und vorne zieht.

Der äussere, sowohl wie der vordere Teil der Kurve, weist nicht überall denselben Halbmesser auf; letzterer wird am äusseren und vorderen Knorpelrande

<sup>1)</sup> Werjuschsky Dm. Über die Form des Hüftgelenkes und das Verhältnis seiner Gelenkflächen, St. Petersburg, 1875 (russisch).

<sup>2)</sup> Ibid. S. 20.

<sup>3)</sup> Ibid. S. 21.



kleiner. Auf diese Weise verengert sich der Keil an seiner Basis und erinnert an einen Meniskus.

Meistens ist der Durchmesser des Kopfes von aussen nach innen nur um wenig grösser als derjenige von vorne nach hinten (ähnlich wie bei *Aeby*). Die Differenz der Durchmesser steigt mit der Grösse des Kopfumfanges. Ausnahmsweise nur war der vorder-hintere Durchmesser grösser als der von aussen nach innen.

Der rechte Gelenkkopf erwies sich in allen seinen Durchmessern grösser als der linke. In den Fällen, wo das Gelenk mit der Bursa mucosa subiliaca in Verbindung stand, wurde an der Oberfläche des Kopfes eine glatte Impression mit verfeinertem Knorpelüberzug gefunden, welche der Stelle und Grösse der Kommunikation entsprach.

Das Acetabulum stellte dasselbe dar wie der Gelenkkopf. Nur verengert sich der Keil hier nicht, sondern wird im Gegenteil breiter. Die Radien des Kopfes und der Pfanne differieren nicht.

Die Form des Kopfes ist, nach *Werjuschsky* (übereinstimmend mit den Daten *Hueters*, *Ficks*, *Koenigs*), das Resultat eines ungleichmässigen Abschleifens beim Bewegen, wobei auf die Fläche mit grösserem Radius ein bedeutenderer Druck ausgeübt wird.

*Werjuschsky* kommt, nach einer Untersuchung von 15 Kindergelenken, zum Schluss, dass die Köpfe solcher Gelenke noch unregelmässiger sind als bei Erwachsenen.

„Betrachtet man das Lig. teres als Pol, so verläuft die Aequatorialkurve, welche den Gelenkkopf beim Erwachsenen ungefähr in der Mitte zwischen Kopfspitze und Halsansatz kreuzt, bei Kindern viel niedriger, beinahe am Rande des knorpeligen Kopfüberzuges, so dass die Form solcher Köpfe gewisse Ähnlichkeit von einer rundlich-kugelförmigen Figur mit abgeschnittener Spitze und abgerundeten Rändern bekommt<sup>1)</sup>.“

Das Verhältnis der Gelenkflächen ist beim Kinde dasselbe wie beim Erwachsenen.

Das Lig. teres ist bei Kindern relativ grösser.

Die Form des kindlichen Gelenkkopfes ist veränderlich und gewinnt in mechanischem Sinne beim weiteren Abschleifen.

Im selben Jahre (1875) berührt *P. Morosow* in seiner Arbeit: „Über die Wirkung der Extension auf Hüft- und Kniegelenk“<sup>2)</sup> die Frage über die Form der Hüftgelenkflächen. Auf Grund einer Untersuchung von 25 ausgewachsenen Gelenken kommt er zu folgendem Schluss:

„Die Form ist in den meisten Fällen eine richtig kugelförmige, und zwar nicht im frühen Kinderalter, wie *Schmid* behauptet, sondern im Gegenteil bei Erwachsenen ungefähr zwischen dem 20.—35. Lebensjahre<sup>3)</sup>.“

Im vorgeschrittenen Alter, angefangen von 35 oder 40 Jahren, bekommt der Gelenkkopf und das Acetabulum tatsächlich die Form eines Rotationskörpers<sup>4)</sup>, welche sich aber nur sehr wenig von der Form einer regelrechten Kugel unter-

<sup>1)</sup> Ibid. S. 27.

<sup>2)</sup> Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde. Charkow, 1875 (russisch).

<sup>3)</sup> Ibid. S. 24.

<sup>4)</sup> In einem Falle wurde diese Form an der Leiche eines 26jährigen Mannes beobachtet.

scheidet: gewöhnlich übertrifft der Halbmesser des Meridianbogens denjenigen des Aequatorialkreises nur um  $\frac{1}{2}$ —1 mm, höchstens um  $1\frac{1}{2}$  mm.“

„Was die Form des Femurkopfes und Acetabulums in jugendlichem Alter, bis zu 20 Jahren, anbelangt, so kann ich darüber keine bestimmte Meinung aussprechen, da ich keine Gelegenheit hatte, diese Form an einer genügenden Anzahl von Leichen zu studieren. Nichtsdestoweniger untersuchte ich diese Form in einem Falle an der Leiche eines 16jährigen Jünglings und definierte sie als Rotationskörper, an dem der Aequatorialradius des Gelenkkopfes den Halbmesser des Meridiankreises um 1 mm übertraf.

Folglich war es derselbe Rotationskörper, den *Schmid* nur bei Kindern bis zum 3. Lebensjahre zugibt.

Deshalb denke ich (will es aber nicht behaupten), dass eine derartige Form des Femurkopfes und Acetabulums nämlich diejenige eines Rotationskörpers mit vorherrschendem Aequatorialkreise in Einzelfällen bis zum 20. Lebensjahr erhalten bleiben kann, um sich später in eine richtige Kugelform umzugestalten<sup>1)</sup>.“

Im Jahre 1877 berühren *Aeby* und *Albert* von neuem die Frage über die Form der Gleitflächen des Hüftgelenkes.

*Aeby*<sup>2)</sup> verteidigt die Methode der Wachsabdrücke, mit Hilfe derer *Schmid* die Form des Gelenkes bestimmt, und besteht darauf, dass dem Femurkopf eines Erwachsenen ein Rotationsellipsoid, keine Kugel zugrunde liegt.

*Albert*<sup>3)</sup> spricht sich dagegen sowohl gegen die Methode selbst, als auch gegen die gemachte Schlussfolgerung aus. Er meint, dass ein Schnitt des Femurkopfes, welcher in zwei, einander perpendicularen Flächen, elliptische Kurven abgibt, jedenfalls kein Rotationskörper im Sinne *Aebys* sein kann, da dieser in seinen Schrägschnitten keine Ellipse, sondern eine Kurve 4. Grades darstellt.

\*

\*

\*

Die Arbeiten *Schmids*, *Werjuschkys* und *Morosows* beschliessen die Reihe von speziellen Arbeiten, welche der Analyse der Form und Eigenheiten des Hüftgelenkes gewidmet war. Weiter<sup>4)</sup> trifft man Angaben über das Gelenk in Lehrbüchern und Handbüchern der Anatomie und einzelnen Anmerkungen.

Gewöhnlich ist es aber nur Wiederholung und Analyse des schon dagewesenen, mit wenig und unbedeutenden Ergänzungen.

Bemerkenswert ist, dass die Mehrzahl der Autoren die Ansichten der Gebr. *Weber* teilt und die Gleitfläche des Gelenkes für Kugelabschnitte hält, und nur wenige davon schliessen sich dem bedingungsweise an, indem sie sich auf die Daten *Aebys*, *Schmids* und *Werjuschkys* stützen.

<sup>1)</sup> Ibid. S. 25.

<sup>2)</sup> *Aeby*, Chr. Die Gestalt des Femurkopfes. Wiener medizinische Jahrbücher, Heft I, 1877.

<sup>3)</sup> Ibid. S. 291.

<sup>4)</sup> 1887 schrieb Elisabeth Klark in Bern ihre Dissertation über das Hüftgelenk, welche Hyrtl in seinem Handbuch der Anatomie erwähnt. Diese Arbeit konnte ich, trotz allen Bemühens, nicht finden. Doch der Aussage Hyrtls nach zu urteilen sowohl, als auch dem Umstande, daß keiner der nachfolgenden Autoren diese Arbeit erwähnt, enthält sie augenscheinlich nichts Neues.

So hält *Gegenbaur*<sup>1)</sup> den Gelenkkopf für „etwas mehr als die Hälfte einer Kugel“. Genauer geht er auf die Gestalt des Gelenkes nicht ein.

*Krause*<sup>2)</sup> beruft sich auf die Daten *Aebys* und *Schmids* und ist der Meinung, dass die Oberfläche des Gelenkkopfes nicht überall nach gleichem Radius gekrümmt ist. In sagittaler Richtung ist bei Männern R. = 26 mm, bei Frauen = 23 mm, im Mittel = 24,8 mm. In horizontaler Richtung bei Männern = 27 mm, bei Frauen = 24,5, im Mittel = 26,5.

Der Kopf ist in sagittaler Richtung mehr geschweift und zeigt im ganzen den Charakter einer Ellipse.

Bei Tieren, z. B. beim Kaninchen, lässt sich dieses unmittelbar, ohne jegliche Messung feststellen.

„Annähernd kann derselbe als schiefes Polsegment eines Rotationsellipsoides betrachtet werden.“ Solch eine Ansicht über die Form des Kopfes widerspricht keineswegs dem Umstande, bemerkt *Krause*, als Erwiderung auf *Alberts* Anschauung, dass die Resultate der Messung des Schemas halber auch für den grösseren Radius des Ellipsoides als Abschnitt eines Kreises gelten, während diese Kurve eigentlich als eine elliptische angesehen werden sollte. Jedenfalls wird hierbei die Tatsache festgestellt, dass man bei Schrägschnitten, die in verschiedener Richtung gemacht sind, keinen Kreis bekommt. Die grosse Achse dieses Rotationsellipsoides verläuft ungefähr von der Fovea capitis lateralwärts und in einem Winkel von 20° nach unten und stimmt nicht mit der Achse des Femurhalses überein.

*Testut*<sup>3)</sup> hält das Hüftgelenk für ein sphärisches. Der Kopf bildet seiner Meinung nach  $\frac{2}{3}$  einer Kugel, die Pfanne ist ebenfalls eine Hohlkugel. Bei Männern beträgt R. für den Gelenkkopf 25 mm, bei Frauen 20 mm.

Nach *Broesike*<sup>4)</sup> ist die Articulatio coxae eine Enarthrose, wobei der Kopf von der Pfanne „wie der Kern einer defekten Nuss von seiner Schale“ umschlossen wird. Der Kopf stellt der Grösse nach mehr als die Hälfte einer Kugel dar.

*K. v. Bardeleben*<sup>5)</sup> findet, dass der Kopf des Hüftgelenkes etwa  $\frac{3}{8}$  einer Kugel mit individuellen Abweichungen von dieser Form ausmacht. Der Krümmungshalbmesser beträgt bei Männern in allen Richtungen hin etwa 26 mm, bei Frauen etwa 24 mm. Abweichungen von der Kugelgestalt bis auf 1,5 mm trifft man bei älteren Leuten, wobei sie bisweilen den vertikalen, in anderen Fällen den horizontalen Durchmesser betreffen. Diese Untersuchungen wurden hauptsächlich an getrockneten Knochen gemacht. Die grösste Dicke des den Gelenkkopf deckenden Knorpels beträgt 2,2–3,7 mm (1 cm niedriger und mehr nach vorne als die Mitte); am oberen hinteren Rande der Gelenkfläche beträgt die Dicke des Knorpels vorne 1 mm, unten 1,9 mm. Die Pfanne bildet etwas mehr als die Hälfte einer Hohlkugel. Die Tiefe der Pfanne, einschliesslich das Labrum glenoidale, beträgt 2,6–3,3 cm.

<sup>1)</sup> *Gegenbaur*, C. Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Leipzig, 1895.

<sup>2)</sup> *Krause*, Carl Friedrich. Handbuch der menschlichen Anatomie. Neu bearbeitet von W. Krause. Hannover, 1879, Bd. II.

<sup>3)</sup> *Testut*, L. Traité d'Anatomie humaine. T. I Paris, 1905.

<sup>4)</sup> *Broesike*, J. Lehrbuch der normalen Anatomie des menschlichen Körpers. Berlin, 1904.

<sup>5)</sup> *v. Bardeleben*, K. Lehrbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Berlin 1906.



*R. Tillaux*<sup>1)</sup> weist darauf hin, dass der Femurkopf nach oben, hinten und innen gerichtet ist und  $\frac{3}{4}$  einer regelrechten, mit einem Knorpelüberzug versehenen Kugel ausmacht, wobei der Knorpel im Zentrum der sphärischen Fläche dicker ist als an der Peripherie.

*P. Leshaft*<sup>2)</sup> macht zur Messung der Radien des Kopfes und der Pfanne Schnitte durch das Gelenk, welche in drei zueinander senkrechten Ebenen verlaufen. Der Halbmesser des Kopfes beträgt für die Mitte des Frontalschnittes durchschnittlich im Mittel 24—26 mm (28—30 mm maximum und 22 mm minimum). „Die Radien des Gelenkkopfes sind nicht in all seinen Teilen gleich: in der Mitte sind sie grösser, in den peripheren Teilen nehmen sie ab; in der Pfanne haben wir gerade das Gegenteil: die grösseren Halbmesser gehören der Peripherie an, die kleineren der Mitte, wobei letztere gewöhnlich den entsprechenden Radien des Kopfes gleichkommen. Folglich sind bei einem Mittelradius von 25 mm die peripheren Kopfradien gleich 24,2—24,7 mm, diejenigen der Pfanne 25,5—28,3 mm.“

Die Messung der Sagittalschnitte<sup>3)</sup> ergibt im allgemeinen dieselben Ziffern, d. h. hier sind die mittleren Halbmesser für Kopf und Pfanne gleich, während die peripheren sich voneinander unterscheiden.“

Auf Grund dieser Daten kommt *Leshaft* zum Schluss, dass die Oberfläche des Gelenkes keine rein sphärische ist und dass Kopf und Pfanne nicht vollkommen entsprechend sind.

*Sernow*<sup>4)</sup> findet, dass die regelrecht kugelförmige Gestalt des Kopfes nur eine scheinbare ist, und führt die Daten *Werjuschskys* an. Die Gelenkflächen von Kopf und Pfanne sind sich ähnlich, doch treten sie nur beim Stehen in völligen Kontakt.

Nach *Rauber-Kopsch*<sup>5)</sup> sind die Gelenkflächen kugelförmig, mit einem Radius, der bei Männern 2,6 cm, bei Frauen 2,4 cm beträgt. Caput femoris bildet etwa  $\frac{2}{3}$  einer Kugel. Abweichungen von dieser Kugelgestalt kommen vor.

*Rudolf Fick*<sup>6)</sup> beschreibt in seiner prächtigen Monographie der Gelenke und deren Mechanik die Gelenkfläche des Kopfes als Abschnitt einer Kugel, welcher etwa  $\frac{2}{3}$  derselben ausmacht. Bei Männern beträgt der Halbmesser in allen Richtungen hin etwa 2,6 cm, bei Frauen gegen 2,4 cm.

Die Gelenkfläche der Pfanne entspricht derjenigen des Kopfes vollkommen. Freilich weist *Fick* darauf hin, dass man bei genauerer Messung oft kleine Abweichungen von dieser genauen Kugelgestalt bemerkt. Dieser Umstand veranlasste, wie *Fick* meint, einige Autoren (*Schmid*, *Aeby*, *Krause* u. a.) den Femurkopf nicht als Kugel, sondern als Rotationsellipsoid zu betrachten.

<sup>1)</sup> Tillaux, P. Traité d'anatomie topographique avec applications à la chirurgie. 3<sup>me</sup> édition. Paris.

<sup>2)</sup> Leshaft, P. Anatomie des Menschen. Universitäts-Vorlesungen II. Lieferung. St. Petersburg, 1895 (russisch).

<sup>3)</sup> Wahrscheinlich „Horizontalschnitte“ gemeint.

<sup>4)</sup> Sernow, D. Handbuch der descriptiven Anatomie des Menschen. Moskau 1899, Bd. I (russisch).

<sup>5)</sup> Raubers Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Neu bearbeitet und herausgegeben von Prof. Dr. Fr. Kopsch. Leipzig 1908, S. 284.

<sup>6)</sup> Rudolf Fick. Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke I. Teil. Anatomie der Gelenke. Jena 1904, S. 317.



Gegen diese letzte Anschauung führt *Fick* dasjenige Faktum an, „dass die Abweichungen durchaus nicht konstant sind, denn die einen Untersucher finden den horizontalen Durchmesser in der Regel um 1,0—1,5 mm (!) kleiner, die anderen im Gegenteil grösser wie den vertikalen.“

Aus der gegebenen Literaturübersicht ergibt sich, dass die Meinungen der Autoren über die Gestalt des menschlichen Hüftgelenkes bei weitem nicht übereinstimmen. Während, der überwiegenden Mehrzahl nach, die Gestalt des Gelenkes eine vollkommen bestimmte, regelrecht kugelförmige ist (*Gebr. Weber, Henle, Richet, Walter, Henke, Langer, Hueter, Gegenbaur* u. a.), halten andere sie für den Abschnitt eines Rotationsellipsoides (*Aeby, Schmid, Krause*), die dritten weisen auf den Unterschied zwischen den Durchmessern der verschiedenen Schnitte hin und geben ihr überhaupt keine Definition (*König, Leshaft*) oder sehen in ihr den Abschnitt eines Korbbogens. (*Werjuschsky*.) Endlich gibt es auch solche Autoren, welche die Gelenkflächen im allgemeinen für kugelförmig halten, doch gleichzeitig das Existieren von abweichenden, unregelmässigen Formen (*Luschka, Bardeleben, Sernow, Rauber-Kopsch, R. Fick* u. a.) oder auch Rotationskörpern zugeben (*Morosow*).

Es existieren nicht nur die verschiedensten Ansichten über die Form selbst des Gelenkes, sondern auch in den Fällen, wo die Anschauungen der Autoren in dieser Frage übereinstimmen, herrschen Meinungsverschiedenheiten über diese Form und ihre charakteristischen Eigentümlichkeiten.

So definieren sie *Langer, Gegenbaur, Henle, Henke, Luschka, Hueter* als Abschnitt, der mehr als Hälfte einer Kugel ausmacht, *Walter, Bardeleben, Rauber-Kopsch, R. Fick* halten sie für  $\frac{2}{3}$  einer Kugel, *Tillaux* für  $\frac{3}{4}$ .

Die Halbmesser des Gelenkkopfes betragen nach *Henke* und *Luschka* 25 mm (2,5 cm), nach *Beaunis* und *Bouchard* 22—25 mm, nach *Bardeleben* 26 mm bei Männern und 24 mm bei Frauen, nach *Testut* 25 mm bei Männern und 20 mm bei Frauen, nach *R. Fick* bei ersteren 26 mm (2,6 cm). bei letzteren 24 mm (2,4 cm) usw.

Die Arbeiten von *Schmid, Werjuschsky* und *Morosow* sind an grossem Material angestellt, ihre Untersuchungsmethoden und Schlussfolgerungen aber sind sehr verschieden.

*Schmid* sieht im Femurkopfe das Polarsegment eines Ellipsoides, welches im frühen Kindesalter in der Richtung der grossen Achse verkürzt erscheint und darauf (ungefähr im Alter von drei Jahren) durch das Stadium der Kugel zu einer Form übergeht, welche in derselben Richtung hin verlängert ist.

*Morosow* kommt zum Schluss, dass die Grundform des Gelenkes im reifen Alter eine Kugel ist, welche vom 35. Jahre an ihre Form ändert und diejenige eines Rotationskörpers annimmt. Was die Form des Femurkopfes im jugendlichen Alter anbelangt, so spricht sich *Morosow* nicht definitiv darüber aus, doch meint er (behauptet es aber nicht), dass in Einzelfällen die Form eines Rotationskörpers mit vorherrschendem Äquatorialkreise auch bis 20 Jahren erhalten bleiben kann.

*Werjuschsky* hält den Femurkopf für einen Körper von unregelmässiger Form und meint, dass seine Schnittflächen den Charakter eines Korb bogens tragen. Nach *Werjuschsky* steigert sich die Differenz der Radien dieser Kurve mit dem zunehmenden Umfange des Kopfes und ist bei grossen Gelenkköpfen recht beträchtlich, indem sie vier und mehr Millimeter erreicht. Der rechte Gelenkkopf ist in allen Durchmessern grösser als der linke. Der Gelenkkopf ist beim Kinde noch unregelmässiger als beim Erwachsenen.

Was nun die Frage über die Beziehungen der Gelenkflächen des Kopfes und der Pfanne anbelangt, so sind, wie wir es der Literaturübersicht entnehmen, alle Autoren, welche dem Gelenk die Form einer Kugel zusprechen, derselben Ansicht, dass beide Flächen bei jeglicher Stellung des Oberschenkels in vollen Kontakt treten.

Diejenigen Autoren, welche eine elliptische oder unregelmässige Form des Gelenkes annehmen, sprechen von einer Kongruenz der Flächen nur bei Berührung der gleichartigen Teile, während bei allen übrigen Lagen Spalten entstehen. Die Meinungen über die Grösse dieser Spalten sind verschieden.

Diese Verschiedenheit der Anschauungen über Form und Eigenheiten des Hüftgelenkes, dieser Uneinigkeit in den Schlussfolgerungen und in den beobachteten Fakta selbst konnte das Resultat folgender Umstände sein:

1. einer Unexaktheit der Untersuchungsmethode;
  2. einer bedeutenden Anzahl von Variationen in der Form des Gelenkes selbst;
  3. und, im Zusammenhang damit, einer ungenügenden Zahl von Gelenken, welche von den einzelnen Autoren einer Untersuchung unterworfen wurde, weshalb eine Form zufällig bei den einen vorherrschend ist, während eine andere — bei anderen Autoren überwiegt;
  4. und schliesslich das Resultat der verschiedenen Anschauungspunkte, welche der Analyse der erhaltenen Kurven zugrunde lag.
- In Anbetracht dessen habe ich beschlossen:

1. eine möglichst grosse Anzahl der verschiedenartigsten Gelenke zu untersuchen;
2. alle angewandten Methoden einer strengen Kritik zu unterwerfen und diejenige Methode festzustellen, welche eine genauere physikalisch-mathematische Kontrolle zulässt;
3. die Untersuchung der Kurven, soweit es gelingt, einer mathematischen Analyse zu unterwerfen.

## II. Untersuchungsmethoden.

Die Mehrzahl der Autoren spricht sich über die Form des Gelenkes mehr auf Grund einfacher Beobachtungen aus, und nur wenige davon liefern eine genauere Untersuchung. Die Untersuchungsmethoden sind aber nicht bei allen gleich.

Die *Gebr. Weber*, welche als erste das Gelenk einer genaueren Untersuchung unterwarfen, machten in den verschiedensten Richtungen Durchschnitte und definierten die Flächenkurve, indem sie auf Papier Abdrücke dieser Durchschnitte machten. Um sich von der Gleichheit der Kugelgestalt der Pfannenhöhle und des Schenkelkopfes zu überzeugen, gossen sie, sowohl diese als jenen in Gips ab und fügten sie ineinander.

Die Anzahl der untersuchten Gelenke war augenscheinlich eine sehr geringe. Wohl führen sie die Zahl derselben nicht an, doch nahmen sie, wie wir es aus dem Texte ersehen, nur ein Gelenk<sup>1)</sup>.

*Pirogoff* machte Durchschnitte durch gefrorene Leichen und übertrug das erhaltene Bild auf Papier. Seine Methode ist der *Weber'schen* analog. *Pirogoff* machte keine speziellen Untersuchungen, um die Gestalt des Gelenkes zu definieren. Die Zeichnungen der Durchschnitte, welche er im Atlas anführt, sprechen aber nicht zugunsten einer regelrechten Kugelform (Fig. 1, Tab. V, Fig. 9, 13).

<sup>1)</sup> „Wir nahmen bei einem frischen Leichname den Schenkelkopf aus der Pfanne und gossen sowohl diese, als jenen in Gyps ab.“ S. 132.



*Aeby* schreibt in seiner Arbeit nichts darüber, welche Methode er zur Bestimmung der Bogenlinie anwandte, doch bemerkt er in der Dissertation von *Schmid*, welche unter seiner Leitung entstand, dass die Methode des letzteren ungleich bequemer und genauer ist, als die früher von ihm angewandte. Wie aus dieser Anmerkung zu ersehen ist, bestand die Methode *Aebys* darin, „dass die zu messenden Bogenlinien durch einen besonders konstruierten Koordinatenapparat Punkt für Punkt direkt von der Gelenkfläche auf Papier übertragen wurden<sup>1)</sup>.“ Doch gibt er nicht an, wieviel Gelenke untersucht wurden; den Tabellen nach kann man annehmen, dass ein menschliches Gelenk und acht Gelenke verschiedener Tiere in Betracht kommen.

*Hermann Meyer* stellte, wie oben bemerkt war, vor den Gelenkkopf ein feinmaschiges Netz, bestimmte mit Hilfe eines Katetometers die Punkte der Kopfkurve und übertrug sie auf ein, mit einem ähnlichen, doch gröberen Netz versehenes Papier. Auf diese Weise entstand eine viermal vergrösserte Bogenlinie, nach welcher die wirkliche Form des Gelenkes berechnet wurde. Wie gross die Anzahl der untersuchten Gelenke war, ist aus der Arbeit *Meyers* nicht zu ersehen; doch sprechen die angeführten Ziffern dafür, dass ihrer nicht viele waren, möglicherweise auch nur ein Objekt<sup>2)</sup>.

*Schmid* schnitt glatte Scheiben von weissem Wachs, erweichte sie über einer Flamme und presste sie dann in der betreffenden Richtung fest auf die Gelenkfläche, um sie in der angewiesenen Stellung ruhig erkalten zu lassen. Hierauf wurde sie abgehoben, der Rand des Abgusses sorgfältig glatt geschnitten. Bei nochmaligem Anpressen wurde nachgesehen, ob der Abdruck wirklich ganz genau dem Originalen entspreche. Nachdem letzteres erreicht und die Scheibe völlig erkaltet war, legte *Schmid* sie mit der glattgeschnittenen Seite auf Papier und zeichnete den scharfen Rand mit feinem Stift direkt auf letzteres auf. Die so erhaltene Bogenlinie wurde nun analysiert.

Ausserdem bestimmte *Schmid* jedesmal den Durchmesser des Gelenkkopfes in der Fläche der betreffenden Kurve. In allen seinen Tabellen führt er die Durchmesser der, sowohl an Wachsabdrücken, als auch unmittelbar mit dem Zirkel bestimmten Bogenlinie an.

Seinen Daten nach war die Genauigkeit eine grosse und die Differenz schwankte in den Grenzen von 0,1 mm.

Um die Form der Pfanne zu bestimmen, nahm *Schmid* weiches Wachs, presste es mit Gewalt ins Acetabulum und liess es an Ort und Stelle erstarren, wonach es herausgenommen und auf ebensolche Weise wie der Kopf untersucht wurde. Die Anzahl der von *Schmid* untersuchten Gelenke war im Vergleich zu den bisherigen Autoren schon bedeutend grösser — sie betrug 27 Extremitäten.

*Werjuschsky* bediente sich bei seinen Messungen eines ziemlich komplizierten Apparates und definierte die Grösse der Ordinaten, welche von einer bestimmten Fläche aus auf einzelne Punkte der Gelenkfläche gefällt waren. Seine Methode ist analog derjenigen *Aebys*. Im ganzen untersuchte *Werjuschsky* 40 erwachsene und 15 kindliche Gelenkköpfe.

*Morosow* nahm, um die Bogenlinie der Gelenkfläche zu bestimmen, entweder

<sup>1)</sup> Schmid, Fr. Über Form und Mechanik des Hüftgelenkes. Leipzig, 1874, S. 2.

<sup>2)</sup> Es ist auch nichts über die Schwankungen der Dimensionen vermerkt und die angeführten Zahlendaten sind nicht im Mittel angeführt.



Durchschnitte gefrorener Gelenke oder Sägeschnitte der einzelnen Knochen. In ersterem Falle wurde die Übertragung des Durchschnittes auf Papier in der Weise bewerkstelligt, dass die Durchschnittsfläche mit durchsichtigem Wachspapier bedeckt und die Konturen der einzelnen Teile mit einem feinen, weichen Stift umzeichnet wurden. Darauf wurde nach den Regeln der Geometrie das Zentrum der Kurve bestimmt.

Im zweiten Falle wurden die Gelenkformen der Rotationsachse nach (durch die Fovea capitis) in der Richtung des Aequatorial- oder Meridiankreises mit einer feinen Säge durchsägt. Beide Hälften wurden mit der Durchschnittsfläche nach unten auf reines Papier gelegt und mit der Spitze eines scharfen, vertikal gehaltenen Messers sorgfältig ausgeschnitten. Diese ausgeschnittene Form diente zur Bestimmung der Gelenkkurve.

Jede Hälfte des Kopfes wurde ihrerseits in der Richtung des Aequatorialkreises durchsägt, alle vier Stücke wie die vorhergehenden Hälften auf Papier gelegt und gleichfalls ausgeschnitten.

Auf ebensolche Weise wurden auch die Durchschnitte des Acetabulum aus Papier ausgeschnitten; doch wurde das Acetabulum anfangs halbiert, sodann, nach Bestimmung seines Querdurchmessers, die zweite Hälfte nochmals durchsägt und beide Hälften auf Papier gelegt, um die Kurve in einer anderen Fläche zu umzeichnen. An der anderen Hälfte wurde das Labrum glenoidale entfernt, der Durchschnitt auf Papier gebracht und mit einem Zirkel die „ungefähre“ Krümmung des Aequatorialkreises des Acetabulum bestimmt.

### **Analyse und Schätzung der Durchschnittsmethoden.**

#### *Methode des unmittelbaren Durchschnittes.*

Die von den Gebr. Weber vorgeschlagene Methode (Methode des unmittelbaren Durchschnittes und die Untersuchung seines Abdruckes auf Papier) gehört zweifellos zu den genauen und bequemen Methoden, doch kann damit leider nur eine Bogenlinie, nämlich diejenige der Durchschnittsfläche, und auch nur bei richtig geführtem Schnitt bestimmt werden.

Die Form des Gelenkes kann, wie jede körperliche Form, nicht durch die Analyse des Durchschnittes nur in einer Richtung hin bestimmt werden, und deshalb ist diese Methode, obschon technisch genau, so doch wenig brauchbar. Der Durchschnitt einer Kugel und eines Ellipsoides in der zur grossen Achse des letzteren senkrechten Fläche geben ein vollkommen gleiches Bild — dasjenige eines Kreises — und können im Falle eines Ellipsoides irrtümlich eine Kugelform vortäuschen.

Um über die Form eines Körpers urteilen zu können, muss man

ihn mindestens in drei einander senkrechten Ebenen, den Koordinatenebenen, untersuchen.

Weitere Durchschnitte der bereits durchschnittenen Stücke, wie es z. B. *Morosow* tat, zu machen, ist nicht so bequem und erfordert grosse Aufmerksamkeit. Ausserdem müssen die Stücke hier wieder zusammengestellt werden, was den Vorteil dieser sozusagen natürlichen Methode sichtlich beeinträchtigt. Schliesslich ist der Umstand, dass das Objekt gänzlich zerstört wird, sehr unvorteilhaft. Wird beim Durchschneiden ein unwillkürlicher Fehler begangen oder die richtige Durchschnittsfläche verfehlt, so ist das ganze Objekt rettungslos verdorben.

Diese Methode ist, wenn sie exakt ausgeführt wird, noch in den Fällen anwendbar, wo eine regelrechte Kugelform oder eine ihr nahestehende Form vorliegt, doch wenn in einer Fläche mehrere Durchschnitte gemacht werden müssen, wie z. B. am Hüftgelenk des Rehes (*Cervus capreolus*) oder des Gnu (*C. gnu*), wo wir die Kombination eines Ellipsoides mit dem Abschnitt eines Blocks haben, ist sie untauglich.

In der zur Achse des Schenkels senkrechten Ebene müssen in diesem Fall nicht weniger wie drei Durchschnitte gemacht werden: durch den höchsten Punkt des Ellipsoides, durch den Ausschnitt des Blocks und durch dessen dem Ellipsoid gegenüberliegenden Rand.

Endlich ist die Methode des unmittelbaren Durchchnittes auch da zu verwerfen, wo es gilt, die Form solcher Objekte zu bestimmen, welche dank ihrer Eigenheit oder Seltenheit äusserst wertvoll sind und in Museen aufbewahrt werden.

So z. B. mussten die Gelenke eines Känguruhs, Gnus, Löwen, Zebras und anderer Tiere aus Museumssammlungen untersucht werden, und hierbei konnte die Methode des Durchchnittes natürlich keine Anwendung finden. Dasselbe sehen wir an kleinen Objekten, wo das Durchschneiden zu zerstörend wirkt und das Zusammenstellen der Stücke absolut unmöglich ist, wie z. B. beim Untersuchen des Gelenkes eines Eichhörnchens (*Sciurus vulgaris*), Erdhasen (*Alactaga jaculus*), eines neugeborenen Kindes oder Embryons.

*Die Definitionsmethode der Kurvenkoordinaten.*

Die Notwendigkeit, die Gelenkform in drei aufeinander senkrechten Ebenen zu untersuchen, zwang *Aeby*, *Schmid*, *Werjuschsky* und *Hermann Meyer*, die Methode des unmittelbaren Durchschnittes aufzugeben und eine neue ausfindig zu machen.

Die Methoden *Aebys* und *Werjuschskys* mit Hilfe spezieller Apparate sind sehr mühevoll, da jeder einzelne Punkt der Oberfläche bestimmt werden muss, wobei die Bogenlinie um so genauer ausfällt, je grösser die Zahl der bestimmten Punkte ist. Diese Methode hat noch viele andere Bedingungen, von denen die Exaktheit der erlangten Daten abhängt, und alle diese Bedingungen tragen einen unbestimmten Charakter, was für jede Methode unvorteilhaft ist. So hängt deren Genauigkeit von der Stellung des Objektes im Apparate, vom Verhältnis der einen Fläche des Apparates zur anderen, von der Genauigkeit der Messung jedes einzelnen Punktes und dessen Uebertragung auf Papier, von der Vereinigung der auf Papier übertragenen Punkte usw. ab. *Aeby* selbst hielt seine Methode für nicht genügend exakt und gelungen und gab sie zugunsten der Methode *Schmids* auf.

*Methode der Wachsscheiben.*

Die Methode *Schmids* ist nicht so kompliziert und mühsam wie diejenige *H. Meyers*, *Aebys* und *Werjuschskys*, sie ermöglicht eine Bestimmung der Bogenlinie im ganzen, ohne das Objekt zu zerstören, ermöglicht die Untersuchung des letzteren in den nötigen Ebenen, doch hat auch sie ihre Schattenseiten. So ist sie an Gelenken mit blockartiger Oberfläche, an Gelenken einiger Tiere, wo die Gelenkfläche auf den Gelenkhals übergeht, nicht zu verwenden. In solchen Fällen kann man die die Rinne des Blockes umfassende Wachsscheibe nicht abheben, ohne sie zu biegen oder zu durchschneiden.

Beim Abheben der Wachsscheibe oder des Wachsstückes von einem Objekt, welches zur Anwendung dieser Methode ganz tauglich war, kann es zuweilen geschehen, dass sich die Enden der Scheibe beim Uebertragen auf Papier etwas nähern oder im Gegenteil auseinanderweichen. Natürlich kann man durch grosse Vorsicht und

wiederholtes Anpassen diesem Übel aus dem Wege gehen. Doch kann man nie sicher sein, dass der Fehler im letzten Augenblick nicht dennoch begangen worden ist.

Die Schwierigkeiten dieser Methode bestehen nicht im Anpassen und Abnehmen der Wachsscheibe, sondern darin, eine Oberfläche zu erhalten, welche der Linie des Durchschnittes entspricht und deren Fläche genau senkrecht zur Oberfläche des Untersuchungskörpers steht. Bei der Prüfung dieser Methode wurde bemerkt, dass es sogar beim sorgfältigsten Beschneiden der Oberfläche, mit welcher die Scheibe auf dem Papier zu liegen kommt, höchst selten gelingt ein vollkommenes Übereinstimmen derselben mit dem Papier zu erzielen. Sehr häufig steht sie bald hier, bald da ab. Solch eine Inkongruenz wirkt auf die Genauigkeit der Bogenlinie, da die Spitze des Stiftes beim Umzeichnen in alle Spalten zwischen Papier und Wachs dringt und ihren Charakter beeinflusst.

*Methoden mit den Massen Stents, Garwarts und mit Gips.*

Ich machte den Versuch, das Wachs durch die Massen *Stents* und *Garwarts*, welche in der Zahnheilkunde zur Erhaltung von Abdrücken gebraucht werden, zu ersetzen. Beide Massen sind nach Abheben vom Objekt und genügender Erhärtung nicht so leicht veränderlich wie Wachs und deshalb zweckentsprechender; doch ist es ebenso schwer, eine glatte, regelmässige, dem Papier völlig anliegende Oberfläche zu erhalten wie beim ersteren.

Gips gibt in dieser Beziehung viel bessere Resultate als Wachs und diese Massen. Der aufgelöste Gips wird auf die Oberfläche des Objectes<sup>1)</sup> in der Richtung derjenigen Flächen aufgeschichtet, deren Bogenlinie definiert werden soll. Nachdem die Masse erhärtet ist, wird sie abgehoben und mit dem Messer längs der Linie des gewünschten Schnittes beschnitten, um eine glatte, regelrechte Fläche zu erhalten, die dem Papier vollkommen anliegt. Noch besser ist es, den Gips in dieser Richtung mit einer feinen, flachen Säge zu zersägen.

---

<sup>1)</sup> Das Object wird vorerst mit einem weichen, trockenen Lappen abgewischt und mit einer Mischung von Paraffin und Petroleum (1 : 1) bestrichen.



Mit Gips ist es, dank dessen Kompaktheit und Festigkeit, viel leichter, eine regelrechte Oberfläche zu erhalten, namentlich im Falle seines Durchschnittes. Man kann vor Auflegen der Gipsschicht auf dem Gelenk mit Hilfe eines Anlinistiftes eine Linie nach der Richtung des gewünschten „Durchschnittes“ ziehen, dann bleibt ein Abdruck davon auf dem Gips und erleichtert eine genaue Ausführung des „Durchschnittes“.

### *Durchsägungsmethoden von Gipsobjekten.*

Beim Ausarbeiten der Frage über meine Untersuchungsmethode musste ich auch diejenigen Methoden in Betracht ziehen, welche von den verschiedenen Autoren beim Studium anderer Gelenke vorgeschlagen wurden.

Sehr interessant ist die Methode, welche im Laboratorium von *P. Leshaft* angewandt wurde, und darin besteht, dass exakte Gipsobjekte verfertigt werden, welche in jeder beliebigen Richtung zur Analyse der verschiedenen Flächen durchsägt werden können.

*Sirsky*<sup>1)</sup> wandte sie zur Untersuchung des Occipitalgelenkes, *Hatschmonin*<sup>2)</sup> — des Fussgelenkes, *Braude*<sup>3)</sup> — des Handgelenkes und *Chomitzky*<sup>4)</sup> zur Untersuchung des Articulationis cubiti und Articulationis radio-ulnaris an.

Eine Beschreibung dieser Methode finden wir sowohl bei den Autoren, welche sie anwandten, als auch bei *Leshaft* in dessen: „Grundlagen der theoretischen Anatomie“<sup>5)</sup>.

Vor allem werden von Gelenkkopf und Pfanne Gipsmodelle — Negative — verfertigt und danach durch Abguss das Positiv hergestellt. Letzteres wird dann auch untersucht.

<sup>1)</sup> *Sirsky*, K. Über den Mechanismus des Hinterhauptgelenkes und die Muskeln, die dieses Gelenk umgeben. St. Petersburg, 1883 Dissertation (russisch).

<sup>2)</sup> *Hatschmonin*, M. Über den Mechanismus des Fußgelenkes. St. Petersburg, 1883 Dissertation (russisch).

<sup>3)</sup> *Braude* B. Über den Mechanismus des Handgelenkes. St. Petersburg 1883 (russisch).

<sup>4)</sup> *Chomitzky* K. Über den Bau und den Mechanismus des Ellenbogen- und Radio-ulnargelenkes. St. Petersburg, 1884. Dissertation (russisch).

<sup>5)</sup> *Leshaft*, P. a Grundlagen der theoretischen Anatomie, Leipzig, 1892. Bd. I und St. Petersburg, 1905 (russisch).

Es werden soviel Positive angefertigt, als Durchschnitte in den verschiedenen Flächen erforderlich sind. Jedes Positiv wird mit einer feinen Säge nur in der einen Koordinatenfläche durchsägt. Der so erhaltene Sägeschnitt wird mit der Durchschnittsfläche auf Papier gelegt, wie nach den Methoden der Gebr. *Weber, Morosows* usw., und die Konturen mit einem fein zugespitzten Stift umzeichnet.

Ausser Gipsnegativen kann man solche auch aus Leim herstellen. Letzterer wird in eine Gipsform gegossen; nur muss sogleich zur Anfertigung der Positive geschritten werden.

Um diese Methode einer richtigen Schätzung zu unterwerfen und zu bestimmen, wie weit sie exakt ist, mussten einige Experimente gemacht werden. Es wurden Gipsnegative und Positive verschiedener Form, Zylinder, Ellipsoid, Kugel und Gelenkkopf, hergestellt. Darauf wurden sowohl das Untersuchungsobjekt als auch die erhaltenen Positive in einer bestimmten Ebene durchsägt und die Kurven untereinander verglichen, indem sie aufeinandergelegt, die Dimensionen der einzelnen Teile und die Abstände zwischen den gleichnamigen Punkten bestimmt wurden. Ausserdem verglich man noch die Kurven, welche beim Durchschneiden noch feuchter Positive und bereits ausgetrockneter entstanden waren, um zu sehen, ob das Austrocknen der Gipsform den Charakter der Kurve beeinflusst.

Schliesslich kam man zur Schlussfolgerung, dass das Schwierigste und Komplizierteste an der ganzen Methode — die Anfertigung der Negative sei. Da das Negativ immer aus einer grösseren oder kleineren Anzahl von Einzelstücken besteht, so ist es sehr wichtig, dass diese Stücke einander gut angepasst seien und die Verbindungsstellen möglichst wenig an der Gelenkfläche zu liegen kommen. Besondere Vorsicht erfordert das Herausnehmen des Objektes aus einem Negativstück beim Anfertigen des folgenden. Dazu gehört eine gewisse, zuweilen bedeutende Anstrengung oder ein leichtes Erschüttern. In diesem Moment kann es leicht geschehen, dass das Objekt in den Gips gedrückt und dadurch die Form verändert wird. Dieses ist schon vorgekommen.

Zuweilen wird das Einfügen des Objektes in das fertige Negativ-

stück zur Anfertigung des nächsten Stückes nicht ganz exakt ausgeführt; dann entspricht das Verhältnis zwischen den Stücken nicht ganz der Wirklichkeit, und auf dem abgegossenen Positiv kann die Naht mehr oder weniger verschoben sein, oder die Durchmesser der Form sind vergrößert. Solch ein Negativ taugt nichts.

Bei richtiger Anführung des Negativs erhielt man eine genaue und der Wirklichkeit sehr entsprechende Positivform. Die Bogenlinien der Durchschnitte des Gipsobjektes stimmen mit denjenigen des natürlichen Objektes überein, und wenn auch Abweichungen beobachtet wurden, so waren sie verhältnismässig unbedeutend und konnten oft vom Durchschnitt abhängen: es konnte vorkommen, dass die Durchschnittsfläche des natürlichen Objektes nicht mit derjenigen des Gipsobjektes übereinstimmte.

Was das von *Sirsky*<sup>1)</sup> in seiner Arbeit über das Occipitalgelenk und von *Leshaft*<sup>2)</sup> in seiner theoretischen Anatomie vorgeschlagene Verfahren mit Leimnegativen anbelangt, so ist es keineswegs vorteilhafter, sondern im Gegenteil — dank der Weichheit und Beweglichkeit des Negativs (sülzige Masse!) weniger bequem und genau, und man kann nie sicher sein, dass beim Einlegen der Leimmasse in die Gipsform oder beim Eingiessen von Gips in dieselbe keine Störung im Verhältnis der einzelnen Formteile eintreten wird.

Indem es einen exakten Abdruck der Oberfläche liefert, ändert dieses Verfahren sehr oft den Charakter der Kurve in deren Ausdehnung. Wenigstens gaben die damit angestellten Experimente oft Resultate, welche der Wirklichkeit nicht entsprachen.

Der Gips, der in der Prothesentechnik zum Anfertigen sowohl von Negativen als auch von Positiven viel gebraucht wird, wird als Substanz betrachtet, die die besten und genauesten Resultate abgibt. Man hält ihn für das beste Material für Abdrücke (*Th. Blau*), und sein einziger Fehler besteht nach *Blau*<sup>3)</sup> und *Greve*<sup>4)</sup> darin, dass er

<sup>1)</sup> Sirsky, L. Über den Mechanismus des Hinterhauptgelenkes und die Muskeln, die dieses Gelenk umgeben. St. Petersburg, 1883. Dissertation (russisch)

<sup>2)</sup> Leshaft, P. Grundlagen der theoretischen Anatomie. Leipzig, 1892, I. Bd. und St. Petersburg 1905 (russisch).

<sup>3)</sup> Scheff, Jul. Prof. Handbuch der Zahnheilkunde. Bd. III.

<sup>4)</sup> Greve, Chr. Heilmittellehre für Zahnärzte. Stuttgart, 1898.

sich beim Erhärten ausdehnt. Doch ist diese Ausdehnung so unbedeutend, dass sie in der Technik keine Rolle spielt. Und tatsächlich ist es mir bei Experimenten, welche zur Schätzung dieser Methode gemacht wurden, nicht gelungen, eine von der Ausdehnung des Gipses abhängende Veränderung der Kurve zu konstatieren.

Die an feuchten Formen erhaltenen Bogenlinien entsprachen vollkommen denjenigen der trockenen Formen.

Das Unbequeme dieser Methode liegt nicht am Gips, welcher als Formmaterial tadellos ist, sondern an der Kompliziertheit und Beschwerlichkeit der Methode selbst und hauptsächlich an den unbestimmten Bedingungen, welche deren Genauigkeit beeinflussen. Dieselben können nie berechnet werden, und in jedem gegebenen Falle kann man nie überzeugt sein, sie alle eingehalten zu haben.

*Chomitzky* schätzt diese Methode mit folgenden Worten: „Die Abdrücke geraten bei genügender Fertigkeit vollkommen und unterscheiden sich durch nichts vom Original.“ Dagegen kann man erwidern, dass der Begriff „Fertigkeit“ zu unbestimmt und zu dehnbar ist, um zur Schätzung der Exaktheit einer Methode dienen zu können, und daß er nicht berechnet werden kann. Auf Grund genauer Untersuchungen kann man sagen, dass die Methode im allgemeinen gut ist und häufiger positive Resultate ergibt. Doch wurden auch in den Fällen Abweichungen vermerkt, wo das Negativ tadellos schien und kein Grund vorhanden war, einen Fehler vorauszusetzen.

Am gefährlichsten ist die Verschiebung der Negativstücke und die Störung der Form beim Herausnehmen derselben.

1. Ein natürlicher Zylinder und dessen Gipsform wurden durchsägt. Der Durchmesser des natürlichen Objektes betrug 29,6, derjenige der Gipsform 30,0. Letztere war folglich etwas grösser. Das Negativ war tadellos.
2. Sägeschnitt durch einen eiförmigen Körper. Die Längsachse der natürlichen Form betrug 39,5, diejenige der Gipsform 39,7.

Die Entfernung zwischen den gleichnamigen Punkten, die durch Linien, welche parallel der grossen Achse verliefen und

---

<sup>1)</sup> *Chomitzky*, L. Über den Bau und Mechanismus des Ellenbogen- und Radio-ulnargelenkes. St. Petersburg, 1884. Dissertation S. 10 (russisch).



und von dieser aus in gleichem Abstände in den Durchschnitten des Objektes durchgeführt waren, verbunden wurden, betrug: für das natürliche Objekt 30,5, 39,5, 28,0, 26,5, 20,0, 20,0, für die Gipsform 30,5, 39,7, 38,3, 26,7, 20,1, 20,0.

Eine unregelmässige Veränderung der Gipsform wurde vermerkt.

3. Durchschnitte des menschlichen Femurkopfes, sowohl des natürlichen Objektes als auch der entsprechenden Gipsform. Im Bereiche der Gelenkfläche, wo sich eine Naht befand, liess sich eine völlige Identität der Dimensionen des natürlichen und Gipsobjektes konstatieren. Im Gebiet des grossen und kleinen Trochanters sind einige Abweichungen zu finden, so z. B. ist an einer Stelle die Entfernung zwischen den gleichnamigen Punkten am natürlichen Objekt 50,5, am Gipsobjekt 51,5.
4. Frontalschnitt des linken Oberschenkels im Gebiet des Femurkopfes und der Trochanteren. Die Radien und Bogenlinien der Gelenkfläche sind an der natürlichen und der Gipsform vollkommen gleich — 21,0 und 19,0, doch unterscheiden sich die Dimensionen einiger gleichnamiger Punkte; so haben wir an der Gipsform: 34,5, 29,0, 42,0, an der natürlichen 34,0, 28,5, 41,5. Wiederum einige Vergrösserung der Gipsform, doch bleibt dieselbe auf die Form der Kurve ohne Wirkung.
5. Frontalschnitt durch den Gelenkkopf des rechten Hüftgelenkes der Kuh und des Schafes. Vollkommene Übereinstimmung aller Dimensionen.
6. Frontalschnitt durch den Gelenkkopf und den oberen Abschnitt des menschlichen Humerus — des natürlichen und zweier Gipsobjekte. Der Durchschnitt des einen Gipsobjektes stimmte vollkommen mit dem natürlichen überein. Der Durchschnitt des zweiten Gipsobjektes unterschied sich von dem natürlichen in seinen Teilen und durch die Vergrösserung der Form; diese Vergrösserung betrug maximal 0,5 mm. Die Bogenlinie der Gelenkfläche aller Formen gab in den Gebieten, wo keine Nähte waren, bei der Analyse dieselben Dimensionen und dieselbe Form ab — einen Kreis mit  $R = 25,5$  mm.

7. Der Frontalschnitt durch den Beckenteil des Femur ergab eine völlige Identität der Bogenlinie (und deren Radien) des natürlichen Objektes und seiner Gipsform, doch war der Abstand zwischen den gleichnamigen Punkten der ganzen Form nicht überall gleich — bei der Gipsform war er stellenweise grösser. Am Gipsobjekt war eine kaum merkliche Verschiebung der Negativstücke bemerkbar. Auf diesen Umstand wurde man erst nach der Analyse der Durchschnitte beider Objekte aufmerksam.

In dieser Richtung wurden noch einige Experimente gemacht. Alle weisen sie daraufhin, dass sich die Form verändern kann, und zwar unbestimmt und unregelmässig. Diese Veränderungen kommen augenscheinlich bei kaum sichtbarem Verschieben der Negativstücke oder Eindrücken der Gipsmasse beim Herausnehmen des Objektes vor.

Dieselben Experimente, welche eine Kontrolle der Durchschnitte des natürlichen und des Gipsobjektes bezweckten, wurden auch im Lauf der Arbeit, so oft diese Methode angewendet wurde, gemacht. Sie sprechen alle dafür, dass die Veränderungen der Form nicht beständige, sondern zufällige sind und sich am häufigsten durch eine unregelmässige Vergrösserung des Gipsobjektes kennzeichnen. Dabei blieb der Charakter der Gelenkflächenkurve stets unverändert und entsprach der natürlichen vollkommen, falls sie im Bereiche eines Negativstückes blieb.

Die Vergrösserung der Gipsform hängt im gegebenen Falle nicht von der Ausdehnung des Gipses ab, sondern beruht einzig und allein auf der unvollkommenen Zusammensetzung der Negativstücke. In den Fällen, wo die Gipsform aus einem Stück bestand, stimmte sie immer völlig mit dem Material überein, und es konnte kein Unterschied konstatiert werden. So entsprach die Gipsform der Gelenkfläche des Kopfes, oder diejenige der Acetabulumhöhle des Hüftgelenkes der natürlichen Form absolut.

Das Unbequemste dieser ganzen Methode ist ihre bedeutende Kompliziertheit und Beschwerlichkeit. Die Untersuchung eines jeden einzelnen Gelenkes erfordert viel Zeit, und die Untersuchung einer grossen Anzahl von Gelenken ist deshalb unmöglich.

Ausserdem sind die Bedingungen zur Erlangung genauer Resultate bei dieser Methode ebenso unbestimmt und schwer festzustellen wie bei allen vorhergehenden. Schliesslich ist sie nur beim Untersuchen von grossen Gelenkformen zu verwerten und versagt vollkommen bei kleinen Objekten, wo das Zusammenstellen der Negativstücke äusserst schwer ist und eine kaum sichtbare Verschiebung die Form vollkommen entstellen kann.

*Die optische Methode oder die Methode der  
optischen Schnitte.*

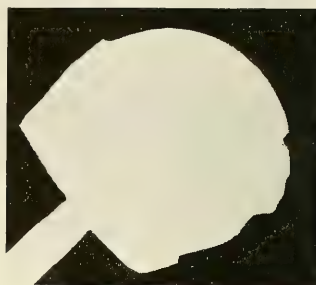
Im Beginn meiner Arbeit wandte ich beinahe ausschliesslich die Methode der Sägeschnitte von Gipsobjekten an, kam aber hernach auf den Gedanken, die Lichtprojektion zu diesem Zwecke zu benutzen.

Der Wunsch, möglichst viele Objekte zu untersuchen und ein Durchsägungsverfahren zu finden, dessen Genauigkeit so wenig als möglich zu wünschen übrig liess und einer exakten Kontrolle unterworfen werden könnte, hat mich dazu bewogen, nach einer neuen Methode zu suchen.

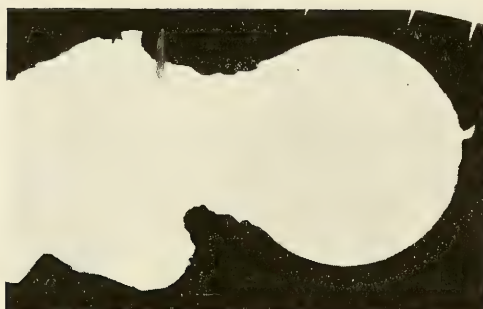
Meiner Meinung nach entspricht die Lichtmethode oder die Methode „der optischen Schnitte“ diesen Anforderungen in genügender Weise.

Beim Ausarbeiten der Technik dieser Methode musste vor allem eine solche Lichtquelle gefunden werden, welche auf dem Schirm ein deutliches, genaues und in allen Beziehungen entsprechendes Bild des Untersuchungsobjektes in der gewünschten Schnittfläche gibt. Weiter war es notwendig, eine lichtempfindliche Substanz zu finden, auf welcher man den Abdruck dieser Abbildung erhalten könnte.

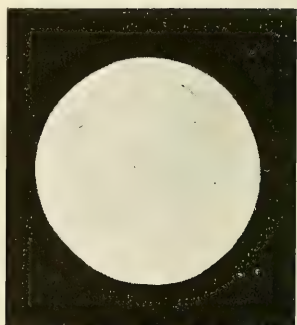
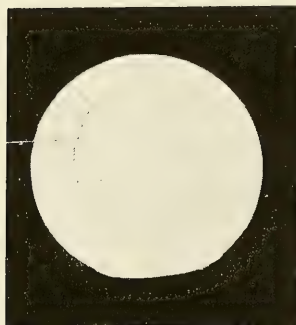
Nach einer ganzen Reihe von Versuchen, welche mit Verstärkung und Abschwächung der Lichtquelle, mit Vergrösserung und Verkleinerung der Entfernung derselben vom Schirm und vom Untersuchungsobjekt verbunden waren, blieb ich ganz empirisch bei bestimmten Bedingungen stehen und nahm dieselben als Grundlage zur Konstruktion eines besonderen Projektionsapparates. Unter diesen Be-



Frontaldurchschnitt.



Horizontaldurchschnitt.



Sagittaldurchschnitt.

Fig. 1. Ansicht der optischen Durchschnitte des Gelenkkopfes und der Gelenkpfanne in drei Koordinatenflächen ( $\frac{2}{3}$ ).



dingungen konnte man von dem vor dem Schirm aufgestellten Objekt einen deutlichen Schatten mit klaren und scharfen Konturen erhalten<sup>1)</sup>.

Der Apparat stellte eine Holzkammer mit innen geschwärzten Wänden dar. Das Licht einer runden elektrischen Lampe von 25 Kerzen Lichtstärke fiel von oben durch eine bikonvexe Linse und eine Blende von 6,4 cm Durchmesser auf einen flachen Spiegel, welcher unter einem Winkel von  $45^{\circ}$  zur horizontalen Fläche stand.

Das von diesem Spiegel horizontal reflektierte Licht ging durch eine neue Blende von 4 cm im Durchmesser und fiel auf einen vertikal stehenden Schirm. Die Entfernung der Lichtquelle vom Schirm betrug 306 cm. Auf dem Schirm erhielt man einen Lichtkreis von grösserem Durchmesser als die zweite Blende. Der Durchmesser dieses Kreises betrug 42—46 cm.

Befand sich ein kleines Objekt in einer Entfernung bis 10 cm vom Schirm und ein grösseres Objekt in einer entsprechend grösseren Entfernung von ihm, so erhielt man auf dem Schirm vollständig deutliche und regelmässige Konturen der Untersuchungsform.

Legt man nun auf die Fläche des Schirms ein Blatt lichtempfindlichen Papiers<sup>2)</sup>, so erhält man nach einer bestimmten Belichtungszeit<sup>3)</sup> auf letzterem eine genaue Abbildung dieser Konturen. Nach der Entwicklung erhielt man auf dem Papier die Abbildung weiss auf schwarz.

\*

\*

\*

Die Genauigkeit der Methode kann einer theoretischen und praktischen Kontrolle unterworfen werden.

Zur Probe wurde ein Blatt schwarzen Papiers genommen und dessen Rand gemustert ausgeschnitten; das Papierblatt wurde in einer gewissen Entfernung vom Schirm und parallel zu seiner Ebene aufgestellt und eine photographische Aufnahme gemacht.

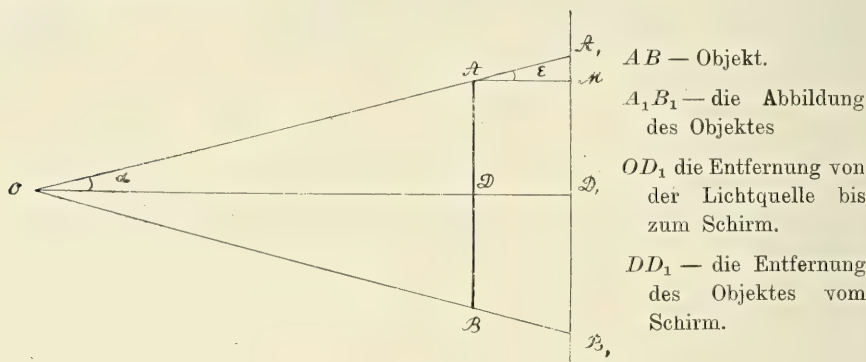
Wenn die Entfernung nicht grösser wie 1 cm war, stimmten Muster und Aufnahme beim Aufeinanderlegen exakt überein.

<sup>1)</sup> Unter anderen Bedingungen erhielt man entweder eine doppelte Kontur oder durch Halbschatten bedingte verschwommene Konturen.

<sup>2)</sup> Ich benutze das Papier „Kodak“ Nikko. Bromide paper 114,  $13 \times 18$ .

<sup>3)</sup> 30 Sekunden für dieses Papier.

Bei grösserer Entfernung waren die Konturen der photographischen Aufnahme entsprechend grösser als diejenigen des Objektes. Dank der Wirkung der divergierenden Strahlen. Im gegebenen Fall hat diese Vergrösserung der Aufnahme im Vergleich zum Objekt keine Bedeutung, da der Umfang dieser Vergrösserung immer genau nach geometrischen Formeln:  $\frac{A_1 D_1}{AD} = \frac{OD_1}{OD_1 - D_1 D}$  oder  $A_1 M = AM \cdot \operatorname{tg} \varepsilon$ , berechnet werden kann.



Für den Apparat, mit welchem ich arbeitete, musste der Durchmesser der Aufnahme eines Kreises von 1,0 cm nach Berechnung folgender sein:

Abstand vom Schirm berechnet sich nach der Formel:

$$\text{auf 1 cm} - \left( \frac{x}{0,5} = \frac{306}{305} \right) 2; x = 1,0030$$

$$\text{„ 2 „} - \left( \frac{x}{0,5} = \frac{306}{304} \right) 2; x = 1,0064$$

$$\text{„ 3 „} - \left( \frac{x}{0,5} = \frac{306}{303} \right) 2; x = 1,0098$$

$$\text{„ 4 „} - \left( \frac{x}{0,5} = \frac{306}{302} \right) 2; x = 1,0132$$

$$\text{„ 5 „} - \left( \frac{x}{0,5} = \frac{306}{301} \right) 2; x = 1,0166$$

$$\text{„ 8 „} - \left( \frac{x}{0,5} = \frac{306}{298} \right) 2; x = 1,0268$$

$$\text{„ 10 „} - \left( \frac{x}{0,5} = \frac{306}{296} \right) 2; x = 1,0336$$

Bei jeder Vergrößerung der Entfernung vom Schirm um 1 cm steigerte sich die Grösse der Abbildung des Objektes um 0,0034 cm.

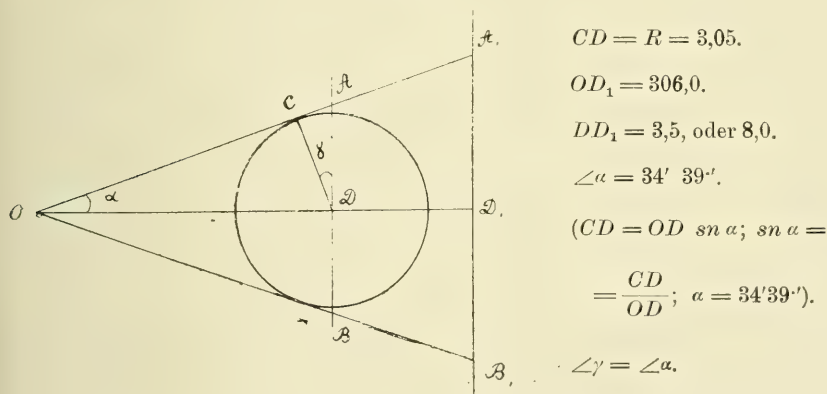
Um zu entscheiden, wie weit diese Berechnung der Wirklichkeit entspricht, wurde eine Reihe Gegenstände in bestimmter Entfernung vom Schirm aufgestellt und die Dimensionen sowohl der Gegenstände als auch der Abbildung bestimmt. Die so erhaltenen Zahlen wurden mit den Zahlen der Berechnung verglichen.

Eine regelmässige Elfenbeinkugel<sup>1)</sup>, deren Durchmesser mit dem Tasterzirkel gemessen 6,1 cm ausmachte, gab, bei einer Entfernung von 3,5 cm vom Schirm, auf letzterem einen Kreis mit 6,16 cm im Durchmesser, was eine Vergrößerung um 0,06 oder den 0,009. Teil des Durchmessers ausmacht. Laut Berechnung<sup>2)</sup> muss der Durchmesser für dieselben Verhältnisse 6,1706 cm betragen.

<sup>1)</sup> Billardkugel bester Qualität.

<sup>2)</sup> Für die Kugel verläuft der Tangentenstrahl senkrecht zum Radius, welcher nicht parallel der Fläche des Schirms steht. Die Vergrößerung der Abbildung der Kugel wird nach folgenden Daten berechnet:

Fig. 3.



$$\frac{A_1 D_1}{AD} = \frac{OD_1}{OD}; CD = AD \cos \gamma. \text{ Woher } AD = \frac{CD}{\cos \gamma}.$$

$$\text{Ferner: } \frac{A_1 D_1 \cdot \cos \gamma}{CD} = \frac{OD_1}{OD} \text{ oder } A_1 D_1 \cos \gamma. OD = CD \cdot OD_1;$$

$$\text{Hieraus } A_1 D_1 = \frac{CD \cdot OD_1}{\cos \gamma \cdot OD} = 3,08530.$$

$$A_1 B_1 = 3,08530. \quad 2 = 6,17060.$$

$$\text{Bei } DD_1 = 8,0 \text{ cm. } \angle \alpha = 35' 11''; A_1 B_1 = 6,264.$$

Dieselbe Kugel gab in einer Entfernung von 8 cm vom Schirm einen Kreis mit  $D = 6,25$  cm. Laut Berechnung muss dieser Kreis einen Durchmesser von 6,264 cm haben.

Die Differenz der Dimensionen muss in beiden Fällen einem Messungsfehler zugeschrieben werden.

Um die Berechnung einer weiteren Prüfung zu unterziehen, wurden vor dem Schirm schwarze dichte Papierplatten von verschiedenen Grössen mit exakten kreisrunden Öffnungen in Form von Blenden aufgestellt.

Danach wurden die Dimensionen der Öffnungen sowie diejenigen der Abbildungen auf dem Schirm bestimmt.

Eine Blende mit einer Öffnung von 5 cm und in einer Entfernung vom Schirm gleich 4 cm gab eine Abbildung, deren Durchmesser 5,06 cm betrug, was eine Vergrösserung des Durchmessers um 0,06 cm ausmachte.

Laut theoretischer Berechnung muss die Grösse des Durchmessers  $x = \left(\frac{306 \cdot 2,5}{302}\right) 2 = 5,066$  cm ausmachen. Bei einer Entfernung von 6 cm war die Grösse der Abbildung 5,1 cm, laut Berechnung musste dieselbe  $\left(\frac{306 \cdot 2,5}{300}\right) 2 = 5,10$  cm ausmachen. So hatten wir denn eine volle Übereinstimmung.

Bei einer Entfernung von 8 cm war die wirkliche Grösse des Durchmessers  $= 5,16$  cm, laut Berechnung musste dieselbe  $-\left(\frac{306 \cdot 2,5}{298}\right) 2 = 5,14$  cm ausmachen. Bei einer Entfernung von 10 cm betrug die Grösse der Abbildung 5,22 cm, laut Berechnung musste sie 5,18 cm haben.

Die Blende mit 10 cm weiter Öffnung gab: bei einer Entfernung von 5 cm — eine Abbildung mit  $D = 10,16$  cm, laut Berechnung musste der Durchmesser  $\left(\frac{306 \cdot 5}{301}\right) 2 = 10,16$  cm sein, bei einer Entfernung von 10 cm hatte der Durchmesser der Abbildung 10,4 cm, während er laut Berechnung  $\left(\frac{306 \cdot 5}{296}\right) 2 = 10,34$  cm ausmachen musste.



bei einer Entfernung von 20 cm war die Abbildung = 10,8 cm, laut Berechnung —  $\left(\frac{306 \cdot 5}{286}\right) 2 = 10,67$  cm.

Eine runde Scheibe aus dichtem schwarzen Papier mit einem Durchmesser von 5,0 cm gab in einer Entfernung von 1 cm vom Schirm eine Abbildung mit  $D = 5,02$  cm; laut Berechnung musste der Durchmesser  $\left(\frac{306 \cdot 2,5}{305}\right) 2 = 5,016$  betragen; bei einer Entfernung von 8 cm war die Abbildung = 5,13 cm gross, laut Berechnung  $\left(\frac{306 \cdot 2,5}{298}\right) 2 = 5,13$  cm.

Alle diese Versuche, bei denen die einzelnen Objekte in bestimmten Entfernungen vom Schirm aufgestellt werden, und die dabei erhaltenen Zahlen bezeugen, dass die Berechnung exakt ist und mehr oder weniger der Wirklichkeit entspricht. Die beobachteten Abweichungen sind sehr gering und befinden sich in den Grenzen der Messungsfehler.

In jeder Methode ist nicht die Unexaktheit, sondern die Undefinierbarkeit derselben gefährlich. Wenn sich aber die Unexaktheit einer Definition und Berechnung unterziehen lässt, so kann man die Methode als vollständig genau betrachten.

Der Grad der Vergrößerung der Abbildung auf dem Schirm ist demnach auf Grund der Berechnung und Erfahrung folgender:

Bei einer Entfernung von 1 cm steigt die Vergrößerung um  $1/333$  — oder gleicht 0,003 des D. des Objektes.

Bei einer Entfernung von 3 cm steigt die Vergrößerung um  $1/105 - 1/104$  — oder gleicht 0,009 des D. des Objektes.

Bei einer Entfernung von 4 cm steigt die Vergrößerung um  $1/102 - 1/100$  — oder gleicht 0,010 des D. des Objektes.

Bei einer Entfernung von 5 cm steigt die Vergrößerung um  $1/63 - 1/62$  — oder gleicht 0,016 des D. des Objektes.

Bei einer Entfernung von 8 cm steigt die Vergrößerung um  $1/39 - 1/38$  — oder gleicht 0,027 des D. des Objektes.

Bei der Schätzung der optischen Methode war es wichtig, festzustellen, ob sie keine beständigen Fehler zulässt und die Form der

Konturen in irgendeiner Richtung hin entstellt. Um dieses zu bestimmen, wurden vor dem Schirm regelmässige Kugeln, Rotationsellipsoide und andere Körper in verschiedenen Stellungen aufgestellt.

Dabei zeigten die Resultate, dass die Form ihre Eigentümlichkeiten vollständig behält und eine Entstellung nicht stattfindet. Die Kugeln gaben in allen ihren Durchschnitten auf dem Schirm vollständig regelmässige Kreise von bestimmten Durchmesser ab.

Die Gelenkköpfe und die durch die Flächen der optischen Schnitte zersägten Ellipsoide stimmen vollständig mit den optischen Durchschnitten überein oder gaben absolut konzentrische Kurven, wenn sie in naher Entfernung aufgenommen waren.

Um weiter die Wirkung der Lage des Objektes im Verhältnis zur optischen Achse der Strahlen zu bestimmen, wurden die Untersuchungsobjekte (die Kugel, das Ellipsoid der Gelenkköpfe usw.) im Mittelpunkt des Lichtkreises und ausserhalb desselben (5—6 cm höher, niedriger oder seitwärts) aufgestellt. Es erwies sich dabei, dass in allen diesen Fällen die Konturen auf dem Schirm absolut gleich waren, wenigstens konnte man bei sorgfältiger Analyse derselben keine Veränderungen bemerken.

Theoretisch müssen solche Veränderungen vorhanden sein, da eine Verschiebung des Objektes nach oben oder nach unten im Verhältnis zur optischen Achse des Lichtkegels eine Veränderung der Tangentfläche zur Folge hat: sie steht zum Schirm unter einem Winkel, welcher nach oben oder unten zu, je nach der entsprechenden Verschiebung des Objektes, in diesen Richtungen hin offen ist.

Im Zusammenhang damit verändert sich auch die Lage der Durchschnittsfläche: dieselbe hört auf (unter der Bedingung, dass die ursprüngliche Lage des Objektes beibehalten wird) mit der erwünschten Sägefläche übereinzustimmen. Für die Kugel, das Ellipsoid, den Kegel, welche mit ihren Achsen parallel zur Achse des Schirms aufgestellt sind, und für andere Rotationskörper, bei welchen die Richtlinie ein Kreis ist, spielt die Verschiebung der Sägefläche keine Rolle.

Die Verschiebung des Körpers im Verhältnis zur optischen Achse der Strahlen ist mit einer Ausdehnung seiner Abbildung auf dem

Schirm in der Richtung der Verschiebung hin verbunden. Doch ist die Grösse dieser Veränderung äusserst gering. So ist für eine Kugel mit  $D = 6,1$  cm bei deren Lage 6,0 cm oberhalb der optischen Achse, die Verschiebung der Schnittfläche einem Winkel von  $1^{\circ} 8' 11''$ , gleich, was für die Verschiebung der Sägefläche auf der Kugeloberfläche  $= \frac{2\pi R \cdot 1^{\circ} 8' 11''}{360} = 0,0539$  cm ausmacht.

Die Ausdehnung der Abbildung auf dem Schirm in der Richtung der Verschiebung muss für diese Kugel den vertikalen Durchmesser nach 0,0012 cm ausmachen<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Alle diese Daten werden auf Grund folgender Berechnungen erhalten:

$$\begin{aligned} OO' &= 6,0 \text{ cm} \\ FD &= 306,0 \text{ cm} \\ 2r &= 6,1 \text{ cm} \\ OD &= 3,5 \text{ cm} \\ FO &= 302,5. \end{aligned}$$

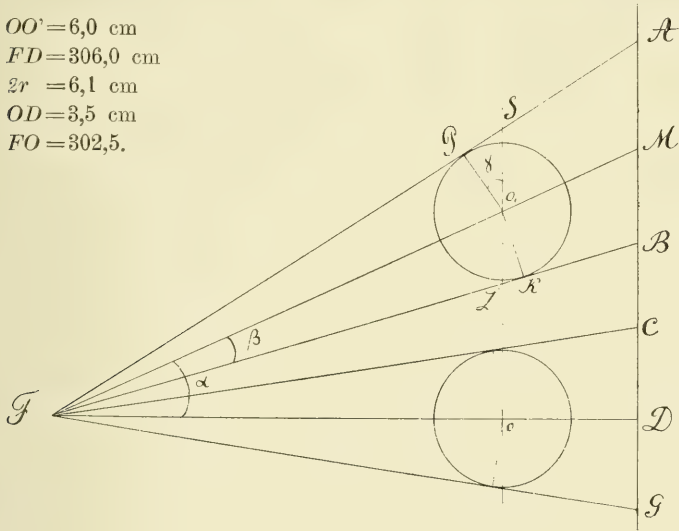


Fig. 4.

$$FO = OO' \operatorname{ctg} O'FO \text{ aus } \triangle O'FO.$$

$$\text{Hieraus } \operatorname{ctg} O'FO = \frac{FO}{OO'}, \text{ es sei } \angle O'FO = \alpha.$$

$$\text{Aus demselben Dreieck } FO = FO' \operatorname{cs} O'FO; FO' = \frac{FO}{\operatorname{cs} \alpha}.$$

$$\text{Aus dem } \triangle FO'K \text{ } O'K = r = FO' \operatorname{sn} O'FK; \operatorname{Sn} O'FK = \frac{r}{FO'}.$$

Es möge  $O'FK = \beta$  sein. Dann ist  $\angle BFD = \angle MFD - \angle MFB = \alpha - \beta$ . Ferner

$$FO = FL \operatorname{cs} (\alpha - \beta); FL = \frac{FO}{\operatorname{cs} (\alpha - \beta)} \quad (1)$$

Alle diese Veränderungen sind so klein und gering, dass sie mit gewöhnlichen Untersuchungsmethoden nicht nachzuweisen sind und bei der Bestimmung der Genauigkeit der Methode ganz wegbleiben. Endlich ist die Verschiebung des Objektes auf 6 cm in keinem Falle zulässig, dieselbe kann nur in den Grenzen von 1—2 cm geschehen.

Um bei der Methode der optischen Schnitte möglichst genaue Resultate zu erhalten, müssen folgende Bedingungen erfüllt werden:

1. Der Schirm muss genau in vertikaler Ebene, welche vollständig senkrecht zur Ebene, zu welcher der Spiegel unter einem Winkel von  $45^\circ$  fixiert ist, aufgestellt sein.

2. Um die Konturen des Sägeschnittes in einer bestimmten Ebene

$$(2) \quad FD = FB \cos (\alpha - \beta); \quad FO = LO \operatorname{ctg} (\alpha - \beta); \quad LO = \frac{FO}{\operatorname{ctg} (\alpha - \beta)}.$$

$$FO = OS \operatorname{ctg} (\alpha + \beta); \quad OS = \frac{FO}{\operatorname{ctg} (\alpha + \beta)} \quad \text{Woher}$$

$$\begin{aligned} LS &= OS - LO = \frac{FO}{\operatorname{ctg} (\alpha + \beta)} - \frac{FO}{\operatorname{ctg} (\alpha - \beta)} = \\ &= \frac{FO [\sin (\alpha + \beta) \cos (\alpha - \beta) - \sin (\alpha - \beta) \cos (\alpha + \beta)]}{\cos (\alpha + \beta) \cos (\alpha - \beta)} = \\ &= \frac{FO \sin [\alpha + \beta - \alpha - \beta]}{\cos (\alpha + \beta) \cos (\alpha - \beta)} = \frac{FO \sin 2\beta}{\cos (\alpha + \beta) \cos (\alpha - \beta)} \quad (3) \end{aligned}$$

$$\text{Aus den } \triangle ABF \text{ und } FSL \text{ erhalten wir } \frac{X}{LS} = \frac{FB}{FL}$$

(1) (2) und (3) in betracht nehmend bekommen wir

$$\frac{X \cos (\alpha + \beta) \cos (\alpha - \beta)}{FO \sin 2\beta} = \frac{FD \cdot \cos (\alpha - \beta)}{\cos (\alpha - \beta) FO} \quad \text{oder}$$

$$AB = X = \frac{FD \sin 2\beta}{\cos (\alpha + \beta) \cos (\alpha - \beta)} = 6,17186.$$

Die Dimension des Kugelbildes auf dem Schirm ist bei deren Lage im Mittelpunkt des Lichtkegels = 6,17 cm. Folglich fand eine Ausdehnung um 0,00126 cm in der Richtung der Verschiebung statt.

$$\text{Der Winkel } POS = \angle \gamma = \angle \alpha + \angle \beta = 1^\circ 42' 50''$$

Derselbe Winkel ist bei einer Lage der Kugel auf der optischen Achse und in derselben Entfernung vom Schirm laut früher gemachter Berechnung (Seite 91)  $34' 39''$ .

Folglich findet bei einer Verschiebung der Kugel auf 6,0 cm nach aufwärts eine Verschiebung der Durchschnittsfläche um  $1^\circ 8' 11''$  statt.



zu erhalten, muss man das Objekt vor dem Schirm so aufstellen, dass die Sägeschnittfläche genau parallel derselben verlaufe.

3. Die Konturen der Kurve, welche aufgenommen wird, müssen auf dem Wege der Strahlen weder vorne noch hinten Vorsprünge haben, welche durch ihre Schatten die Konturen verdecken könnten.

4. Das Objekt muss sich möglichst im Mittelpunkte des Lichtfeldes, welches auf dem Schirm entsteht, befinden.

\*                      \*

Die erste dieser Bedingungen wird durch die Konstruktion des Apparates und durch die Genauigkeit seiner Aufstellung bedingt. Sie wird bei allen Sägeschnitten, welche mit diesem Apparat gemacht werden, ein für allemal erreicht.

Zur Erfüllung der übrigen Bedingungen ist eine Reihe von Daten notwendig. Vor allem muss man auf die Oberfläche der Gelenkform Linien auftragen, welche durch alle diejenigen Punkte der Oberfläche durchgehen, durch welche die Schnittflächen verlaufen und mit deren Hilfe man die Konturen der Form bekommt.

Endlich muss man das Objekt auf solche Weise vor dem Schirm aufstellen, dass die Ebene, welche durch diese Linie geht, dem Schirm parallel sei. Das Fehlen von störenden Schatten wurde durch einen besonderen Apparat, welcher auf dem Wege der Strahlen aufgestellt war, kontrolliert. Mit dessen Hilfe liess sich eine Aufstellung des Objektes im Zentrum des Lichtfeldes erreichen.

---

*Das Auftragen der Linien auf die  
Oberfläche des Gelenkes zur Bestimmung des Ganges  
der Sägefläche.*

Die Verfahren, nach denen man die Linien, durch welche die für die Untersuchung notwendige Durchschnittsfläche verläuft, auf die Gelenkoberfläche aufträgt, werden weder von den Gebr. Weber noch von anderen Autoren, welche über das Hüftgelenk geschrieben

haben, erwähnt. Es ist auch nicht gesagt, auf welche Weise die Forscher das Durchführen von zu einander vollständig perpendikulären Durchschnitten der Gelenkform durch die Koordinatenflächen erreichten.

Bei den Autoren, welche andere Gelenke untersuchten, sind einige Anweisungen über diese Frage zu finden. So z. B. gebrauchte *Fomin*<sup>1)</sup> bei der Untersuchung der Form des Schultergelenkes einen gut mit Wachs eingeriebenen Faden, mit dem er den knorpeligen Rand des Kopfes umgab, teilte darauf den Faden in zwei Hälften und legte ihn wieder an Ort und Stelle zurück; danach notierte er mit Hilfe eines Anilinstiftes auf dem Gelenkkopf den Konvergenzpunkt der Linienenden und deren Teilungspunkt in zwei Hälften. Auf diese Weise erhielt man zwei Punkte — einen oberen und einen unteren, durch welche der Sagitalschnitt durchgehen musste.

Ebenso liessen sich die anderen zwei Punkte, durch welche der Horizontalschnitt verlaufen musste, definieren.

Ferner wurde der Kopf mit demselben Faden in vier gleiche Segmente geteilt, und längs der Richtung des Fadens die Linien mit Anilinstift gezogen. Die Exaktheit, mit welcher die Linien gezogen wurden, liess sich mit dem Zirkel kontrollieren.

Dieses Verfahren wurde von mir durch ein anderes, weit vorteilhafteres ersetzt. Aus drei ziemlich starken, nicht biegsamen und ganz flachen<sup>2)</sup> Zinkplatten, welche in rechtem Winkel zusammengelötet waren, konstruierte ich einen besonderen Apparat von Flächenkoordinaten.

Eine von den Platten, die Grundplatte, stellte einen Kreis mit exakter runder Öffnung im Mittelpunkte dar<sup>3)</sup>; zwei andere Platten hatten die Form von Halbkreisen mit Ausschnitten, welche die Hälfte des Umkreises der Öffnung der ersten Platte ausmachten.

Alle Platten waren so zusammengelötet, dass sich im Zentrum, wo sie zusammentrafen, eine Öffnung bildete, in welche man leicht die Untersuchungsform bringen konnte.

---

<sup>1)</sup> Fomin, S., Über die Frage der Bestimmung der absoluten Muskelkraft. Anatomische Untersuchung. St. Petersburg 1885. S. 10 (Russisch).

<sup>2)</sup> Beim Auflegen auf eine geschliffene Spiegelplatte koinzidierten sie vollkommen mit der Oberfläche derselben.

<sup>3)</sup> Diese Öffnung hatte einen Durchmesser von 6,0 cm.

Ein an der Oberfläche eines glatten Brettchens befestigter Anilinstift konnte frei auf den Oberflächen der Zinkplatten, welche ein System von Koordinatenflächen darstellen, gleiten. Der Gelenkkopf wurde mittelst eines Stativs derart in den Ausschnitt eingeführt, dass der Stift, welcher auf den Koordinatenflächen glitt, auf den am meisten gewölbten Teilen der Gelenkform Linien zeichnen konnte, welche den Stellen, durch welche die Flächen durchgehen, entsprechen.

Unter solchen Bedingungen wurden, ganz unabhängig von der Form des Gelenkkopfes und seinen Eigenheiten, auf der Gelenkfläche die tatsächlichen Kreuzungsstellen der Koordinatenflächen erhalten.

Die Methode mit dem Faden, welche Fomin und andere Autoren angewendet haben, kann keine so richtigen Resultate abgeben wie die Methode mit dem Apparat der Koordinatenflächen; die Unregelmässigkeiten der Kopfform werden die Fadenstellung und den Flächen-gang immer beeinflussen.

In der Tat wird eine Gelenkform mit mehr oder weniger entwickelten regelmässigen oder unregelmässigen Erhöhungen in irgendeinem seiner Teile die besagte Fadenhälfte in der Richtung der Unregelmässigkeit verrücken und somit die wechselseitigen Beziehungen der Schnittflächen verändern.

Weiter passt das Regulieren der Entfernung zwischen den Fäden mit dem Zirkel nur für die Kugel oder eine andere regelmässige und im voraus bekannte Form, wo zwischen den entsprechenden Punkten in Wirklichkeit gleiche Entfernungen existieren. Aber auch für letztere muss eine Einschiebung gemacht werden; eine Symmetrie

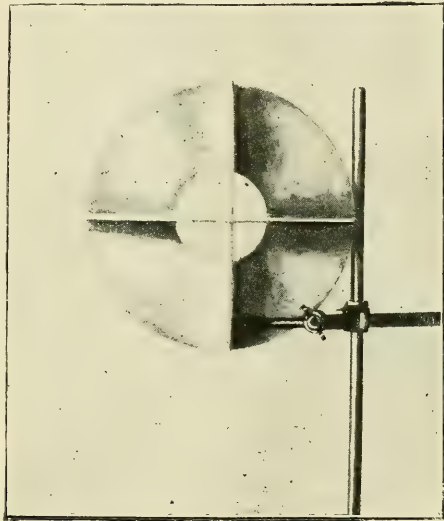


Fig. 5.

Der Apparat der Koordinatenflächen.

wird nur dann existieren, wenn die Richtung der Schnittflächen durch

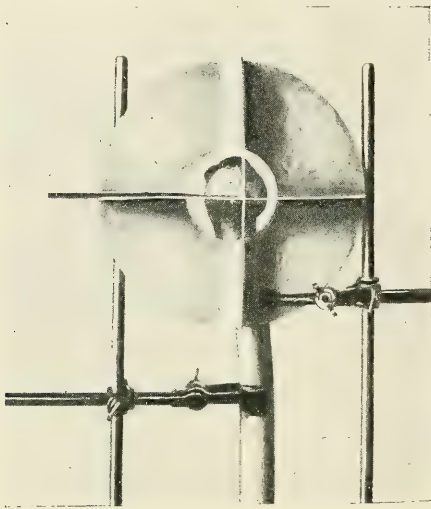


Fig. 6. Vorderansicht.

Beispiel für die Aufstellung einer Gelenkform.

haltung der Schnitte eine solche Methode anzuwenden, bei welcher das Durchführen der Schnittflächen durch das Gelenk von der Form des letzteren nicht abhängt.

Der Apparat der Koordinatenflächen, bei welchem das Auftragen der Schnittlinien auf die Gelenkform den in Wirklichkeit existierenden Koordinatenflächen entsprechend geschieht, entspricht diesen Anforderungen in hohem Grade.

Bei dieser Methode des Auftragens der Linien auf die Gelenkform kann man sicher sein, dass die Schnittflächen aufeinander senkrecht stehen.

Es kann geschehen, dass die Schnittlinie der Koordinatenfläche nicht durch die höchste Wölbung der

dessen Achse und Zentrum verlaufen. Anderenfalls kann die Symmetrie in der Entfernung einzelner Punkte auch nicht existieren, und dieselbe mit dem Zirkel zu erzwingen, hiesse die Lage der Durchschnitflächen im Verhältnis zueinander ändern.

Bei der Untersuchung der Gelenkform muss man dieselbe nach den Daten der erhaltenen Schnitte bestimmen und dessen Form bis zum gegebenen Moment als unbekannt betrachten; deswegen ist es besser, zur Er-

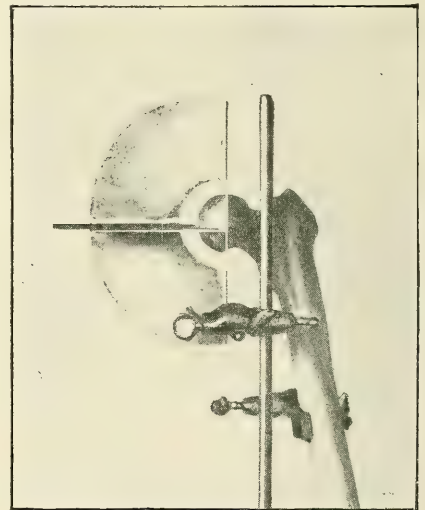


Fig. 7. Seitenansicht.

Beispiel für die Aufstellung einer Gelenkform.



Form verläuft, dann wird dieser Fehler bei richtiger Aufstellung vor dem Schirm durch den Lichtstrahl korrigiert, weil derselbe längs der Tangente zum gewölbtesten Teil der Oberfläche verlaufen wird.

---

*Das Aufstellen der Untersuchungsform vor dem Schirm.*

Die Richtigkeit der optischen Schnitte wird, wie schon oben bemerkt war, durch das Aufstellen des Untersuchungsobjektes vor dem Schirm bedingt.

Das Objekt muss so aufgestellt sein, dass die Linie, welche auf seiner Oberfläche verläuft und der Kreuzungsstelle des Objektes mit der einen oder anderen Koordinatenfläche entspricht, in einer dem Schirm parallelen Fläche liege, das heisst, dass alle Punkte dieser Linie in gleicher Entfernung vom Schirm stehen. Um das zu erreichen, wurden zwei Verfahren ausgearbeitet.

Einerseits wurden für den Kopf und Hals des Femur ein besonderer Apparat mit Stahlnadeln konstruiert, welche, nach oben und nach unten gleitend, die Gelenkflächen berührten; — andererseits wurden vor dem Schirm Fäden ausgespannt, deren Schatten auf die Gelenkoberfläche fallen konnten.

Der Apparat diente doppelten Zwecken: zur regelrechten Aufstellung der Gelenkform vor dem Schirm und zur Feststellung, dass auf dem Wege absolut gar keine Wölbungen vorhanden seien, deren Schatten die Konturen des Schnittes verdecken könnten.

Die Fäden dienten zur Kontrolle der Aufstellung.

Der Apparat mit den Nadeln bestand aus einem flachen trockenen Brettchen, welches, um eine Biegung zu vermeiden, aus einigen Platten zusammengeleimt war. Das Brettchen war mit einem Ausschnitt für den Kopf und den Hals des Femur versehen. Auf einer Oberfläche des Brettchens, am Rande des Ausschnittes, war eine ganze Reihe von feinen, spitzen Stahlnadeln befestigt, welche sich in die Lichtung des Ausschnittes einschieben liessen, und deren Enden sich berührten. Die Spitzen der Nadeln lagen in einer Fläche.

Das Brett wurde auf solche Weise vor dem Schirm befestigt,

dass die Fläche, in welcher die Nadeln glitten, der Fläche des Schirms vollständig parallel war, und alle Nadelenden, welche in die Lichtung eingeschoben waren, sich in einer bestimmten und gleichen Entfernung vom Schirm befanden. Die Gelenkform wurde derartig in der Lichtung aufgestellt, dass die von oben, von der Seite und von unten heruntergelassenen Nadeln mit ihren spitzen Enden die Linie derjenigen Fläche berührten, in welcher der Schnitt erwünscht war.

Und da die Enden aller Nadeln sich infolge des Parallelismus des ganzen Apparates zur Fläche des Schirms in gleicher Entfernung von diesem befanden, befand sich auch das Untersuchungsobjekt mit der Fläche seines künftigen Schnittes in einer dem Schirm parallelen Fläche.

Die Nadeln wurden bis zur vollen Berührung mit der Gelenkfläche oder bis zu einer bestimmten minimalen Entfernung von ihr genähert. Auf dem Schirm erhielt man die durch die Strahlen des Projektionsapparates bedingte Silhouette des Untersuchungsobjektes, wobei man deutlich die Nadelenden sah, welche (je nach der Aufstellung) die Oberfläche des Objektes fast oder ganz berührten.

Der Umstand, dass die Lage der Nadeln auf dem Schirm vollständig mit deren Lage in Wirklichkeit übereinstimmt, sprach dafür, dass auf dem Wege des Durchganges der Strahlen durch die Konturen des zu machenden Schnittes keine Schatten vorhanden waren. Bei Gegenwart eines störenden Schattens wäre das Ende der Nadel unsichtbar gewesen. Nach der Aufstellung des Objektes wurden die Nadeln von seiner Oberfläche entfernt und eine Aufnahme auf lichtempfindlichem Papier gemacht.

Die Kenntnis der Entfernung der Nadelenden vom Schirm diene als Grundlage zur Bestimmung der wirklichen Dimensionen der Kurve, da diese Entfernung zur gleichen Zeit auch die Entfernung des Untersuchungsobjektes war.

Die dünnen und glatten Fäden, welche vor dem Schirm gezogen waren, dienten nicht allein zum Aufstellen, sondern auch zur Kontrolle. Sie zogen sich in einer dem Schirm parallelen Fläche, der eine vertikal, der andere horizontal hin; deshalb befanden sie sich in allen ihren Punkten in gleichem Abstände vom Schirm.

Über dem horizontalen Faden und zur Seite des vertikalen Fadens wurde je eine kleine elektrische Lampe aufgestellt. Der Schatten fiel von den Fäden auf die Fläche des Objektes, welches im Winkel zwischen ihnen aufgestellt war. Die Lage des Objektes war eine derartige, dass der von den Fäden fallende Schatten vollständig mit der Linie derjenigen Koordinatenfläche, durch welche man den Schnitt zu machen wünscht, zusammenfällt.

Die Fäden befanden sich näher zum Schirm als der Apparat mit den Nadeln, und nach Aufstellung des Objektes mit Hilfe des letzteren fielen die Schatten der Fäden parallel der Linie derjenigen Koordinatenfläche, durch welche man den Schnitt auf dem Schirm erhalten musste.

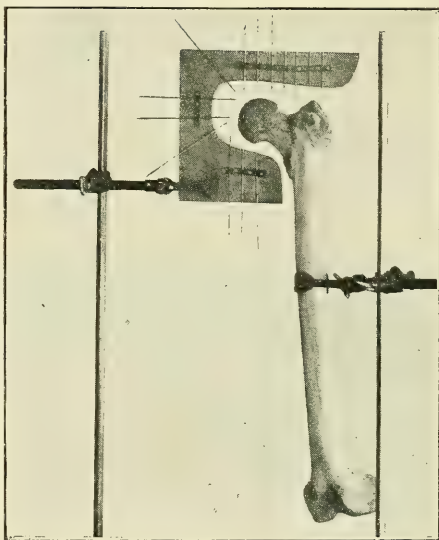


Fig. 8.

Der Apparat mit den Nadeln und das Aufstellen des Untersuchungsobjektes in demselben.

Für solche Formen bei denen ein Fehlen von störenden Schatten keinem Zweifel unterlag, konnte die Aufstellung nur mit Hilfe der Fäden stattfinden.

Die Lage des Untersuchungsobjektes im Mittelpunkte des Lichtfeldes wurde durch Aufstellung der Fäden und des Nadelapparates erreicht: dieselben wurden derartig plazierte, dass das im Winkel zwischen den Fäden oder im Ausschnitte des Apparates befindliche Objekt genau im Mittelpunkte des Lichtfeldes zu stehen kam.

### *Herstellung von Schnitten kleiner Objekte.*

Es ist viel leichter, den optischen Schnitt eines kleinen Objektes zu erhalten, als denselben mit einer Säge zu durchsägen, und die Konturen des ersteren entsprechen jedenfalls viel mehr der Wirklich-

keit als die des zweiten. Das Objekt muss nur so nahe wie möglich am Schirm aufgestellt sein.



Fig. 9. Horizontaldurchschnitt des linken Femurkopfes von *Sciurus vulgaris* ( $\frac{1}{1}$ ).

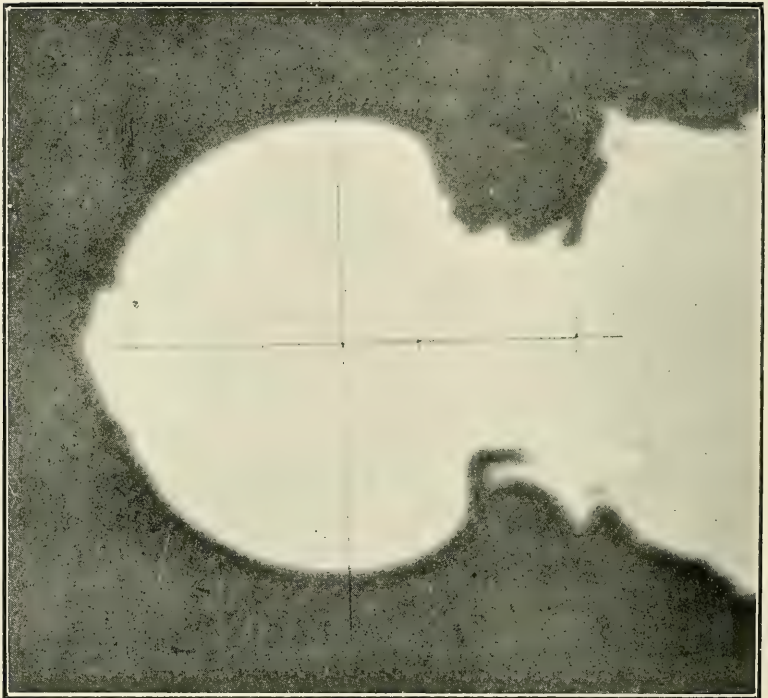


Fig. 10. Der in Fig. 9 dargestellte Durchschnitt bedeutend vergrößert.

Fig. 9, 10. Herstellung eines Schnittes von einem kleinen Objekt.

Ein in der Nähe des Schirms aufgestelltes System von Fäden ermöglicht dieses vollkommen. Doch ist es schwer und zuweilen ganz unmöglich, die Kurven solcher Objekte zu analysieren. So ist z. B.



das Hüftgelenk des Eichhörnchens so klein, dass es ganz unmöglich ist, seine Kurve mit Zirkel und Lineal zu untersuchen.

Analysen von solch kleinen Objekten wurden bis zum heutigen Tage überhaupt nicht vorgenommen, weil die Möglichkeit dazu ausserhalb des Bereiches der existierenden Methode lag. Die Methode der optischen Schnitte macht diese Untersuchung im höchsten Grade einfach.

Die Konturen kleiner Objekte erhält man, wenn letztere sich nahe am Schirm befinden, ebenso deutlich und scharf wie bei grossen Objekten.

Doch muss man die Aufnahme solcher Konturen nicht auf Papier, sondern auf einer Glasplatte, die man zu photographischen Diapositiven oder Negativen gebraucht, machen. Die Abbildung, die man nach der Entwicklung erhält, kann man mit einem gewöhnlichen, zur Vergrösserung von Photographien dienenden Projektionsapparat vergrössern.

Solch eine Vergrösserung entstellt die Formen nicht, und alle wechselseitigen Beziehungen der Teile bleiben unverändert, nur die Dimensionen werden bedeutend grösser und können soweit vergrössert werden, dass sie für die Untersuchung tauglich sind.

Die so erhaltene Vergrösserung wird analysiert, ihre Dimensionen mit den wirklichen verglichen und auf diese Weise sowohl der genaue Charakter und die Eigenheiten der Form als auch die Dimensionen ihrer Teile berechnet.

Man kann auch die erhaltene Abbildung auf eine zweite Platte übertragen und dieselbe vergrössern, dann erhält man auf dem Papier dasselbe Bild wie gewöhnlich bei optischen Schnitten der Gelenke — weisse Abbildung auf dunklem Hintergrund.

---

#### *Herstellung von Schnitten der Gelenkpfanne.*

Als Grundlage zur Herstellung der Schnitte der Gelenkpfanne diente die Methode von *Schmid*; nur wurde das Wachs durch Gips, welches ein vorteilhafteres Material abgibt, ersetzt. Von der Gelenk-

pfanne wurde ein Gipsabdruck gefertigt. Er stellt keine konkave, sondern eine konvexe Form dar und konnte, gleich dem Gelenkkopf, einem optischen Durchschnitt unterworfen werden. Die Benutzung von Gipsabdrücken störte in keiner Weise die Exaktheit und Bequemlichkeit der optischen Methode, weil, wie bereits oben erwähnt war, Gipsabdrücke, welche in einem Stück ohne Negativ erhalten werden, für die Analyse sehr vorteilhaft sind und vollkommen der Wirklichkeit entsprechen.

Der Abdruck wurde in einem Stück gemacht und gelang immer sehr gut, dabei erhielt man auch die Oberfläche des Labrum glenoidale. Dank der Elastizität dieser faserknorpeligen Pfannenlippe störte sie nicht im mindesten die regelmässige Form des Abdruckes und verhinderte nicht das Herausnehmen der Gipsform aus der Pfanne.

Der Pfannenabdruck wurde im Apparat der Koordinatenflächen aufgestellt und die Schnittlinien mit einem Anilinstift darauf gezogen. Danach wurde der Abdruck vor den Schirm des Projektionsapparates gebracht und der Durchschnitt in frontaler und horizontaler Ebene erhalten. Vor Herstellung des Schnittes in sagittaler Ebene entfernte man von der Gipsform alle Unebenheiten, welche auf dem Wege der Strahlen standen, und dann wurde der Schnitt selbst ausgeführt.

Die Gipsabdrücke der Gelenkpfannen, welche ihrer Form nach nicht als Objekt für optische Schnitte gebraucht werden konnten, wurden unmittelbar mit einer dünnen Säge zersägt. Solcher Abdrücke wurden nach der Zahl der Koordinatenflächen drei gefertigt.

Auch in anderen Fällen wurde der sagittale Schnitt der Gelenkpfanne oft unmittelbar mit Hilfe einer dünnen Säge durch das Gipsobjekt gemacht.

---

#### **Allgemeiner Verfertigungsplan der Durchschnitte des Hüftgelenkes.**

Oben wurden verschiedene Methoden zur Erhaltung von Gelenkdurchschnitten einer Prüfung unterzogen.

Jetzt bleibt uns nur noch anzugeben, welche von diesen Methoden für die hier vorliegenden Untersuchungen gebraucht wurden und wie

dieselben in einzelnen Fällen kombiniert wurden. — Die Grundmethode war die Methode der optischen Schnitte, aber in einigen Fällen war es nötig, derselben noch andere Methoden hinzuzufügen.

Vor dem Durchschnitt wurden auf dem Gelenkkopf diejenigen Stellen bezeichnet, durch welche die Koordinatenflächen durchgingen. Der Kopf wurde in den entsprechenden Apparat eingestellt und mit dem Anilinstift die Linien auf die Gelenkfläche aufgetragen.

Dabei wurden die Koordinatenflächen in solch eine Stellung gebracht, dass jede von ihnen durch das Zentrum des Kopfes durchging, die Frontalebene längs des Femurhalses und die Sagittalfäche parallel der Linea intertrochanterica verlief.

Danach wurde das Femurende mit den auf seiner Gelenkoberfläche aufgetragenen Schnittlinien vor dem Schirm aufgestellt; die Richtigkeit der Aufstellung wurde durch den Nadelapparat erzielt und durch die Fadenschatten kontrolliert.

Die Durchschnitte in frontaler und horizontaler Richtung waren leicht zu erhalten, und es waren keine hindernden Schatten vorhanden. Doch verhinderte es der Trochanter major, den Sagittalschnitt auf dem üblichen Wege zu erhalten: immer verdeckte derselbe mit seinen Konturen den Gelenkkopf oder einen Teil. Nur auf folgende Art gelang es in dieser Richtung einen optischen Schnitt zu erhalten. Zu diesem Zweck wurde ein besonderer Schirm mit einer Öffnung im Mittelpunkte genommen, durch diese Öffnung wurde der Femurkopf durchgeführt, der übrige Teil des Knochens blieb hinter dem Schirm. In einem Blatt lichtempfindlichen Papiers wurde nach einer Schablone eine Öffnung gemacht, welche der Form und den Dimensionen nach der Dicke des gegebenen Femurhalses entsprach. An einer Stelle wurde der Rand des Papiers bis zur Öffnung durchgeschnitten.

Auf solche Weise liess das Papier den Kopf leicht passieren, indem es, selbst den Hals des Knochens umgebend, frei auf dem Schirm lag. Das Papier wurde durch Reissnägeln auf dem Schirm befestigt, und man erhielt auf demselben deutliche und scharfe Konturen des Kopfes in der Richtung der Sagittalfäche.

Da in diese Methode eine neue Exaktheitsbedingung eingeführt

wurde — nämlich der Durchschnitt des Papiers —, so wurde der optische Schnitt auch noch durch den wirklichen Sägeschnitt des Knochens kontrolliert. In allen Fällen stimmten beide Durchschnitte vollständig überein.

Von dem Acetabulum des Gelenkes wurden genaue Gipsformen<sup>1)</sup> gemacht, die ebenso wie der Kopf optisch durchgeschnitten wurden.

Was nun die Objekte mit unausgeprägtem Halse anbetrifft, wie z. B. bei den kindlichen Gelenkformen, so wurden in solchen Fällen in der frontalen und horizontalen Fläche optische Schnitte, in der sagittalen aber natürliche Schnitte gemacht.

Für solche Gelenke, wo sich die regelmässige, gewölbte Form mit den Abschnitten einer Rolle oder mit einer sattelförmigen Oberfläche kombinierte, und wo die Sagittalschnitte durch einige Punkte der Gelenkoberfläche durchgehen mussten, wurden mit der Säge unmittelbare Durchschnitte durch das natürliche Objekt oder durch dessen Gipsabdruck erhalten.

Auch in den Fällen, wo der horizontale und sagittale Schnitt infolge von Nebenschatten auch mit Hilfe von Lichtstrahlen nicht erhalten werden konnten, war man genötigt, zur Methode der Gipsabdrücke zu greifen. Aber selbst in solchen Fällen wurde die Gipsform nach Entfernung aller umgebenden störenden Punkte (Troch. major, minor, Knochenkörper) nicht mit der Säge, sondern optisch durchgeschnitten.

Die Gelenke jüngerer Personen wurden auf optischem Wege, doch nach der oben angeführten Methode vergrössert untersucht.

#### **Analyse der Kurven der erhaltenen Schnitte und Bestimmung der Gelenkform nach den Eigenschaften derselben.**

Um über die Form des Gelenkes und über den Charakter seiner Gelenkoberfläche zu urteilen, muss man die erhaltenen Schnitte einer geometrischen Analyse unterwerfen. Über die Methoden solcher Analysen, welche bei der Untersuchung des Hüftgelenkes angewendet

<sup>1)</sup> Für alle Abdrücke wurde guter italienischer Gips, und für kleine Objekte englischer teurer Gips unter der Marke „Extra Superfine Plaster“ Claudius Asch, Sone & Co. benutzt.



werden, spricht sich nur *Morosow* mit Bestimmtheit aus. Alle anderen Autoren übergehen diese Frage schweigend, und nur aus dem Texte ihrer Arbeiten kann man bis zu einem gewissen Grade über den Charakter dieser Analyse urteilen.

Augenscheinlich haben die Gebr. *Weber* in die Konturen der Schnittabbildung einen Kreis eingeschrieben und daraus ihre Schlüsse über die kugelartige Form des Kopfes gezogen. *Schmid* und *Werschsky* taten dasselbe.

Aus der im Jahre 1877 an *Schmid* gerichteten Erwiderung *Alberts*<sup>1)</sup> und der diesbezüglichen Aussage von *C. Krause* in seinem Kursus der Anatomie<sup>2)</sup> sieht man, dass *Schmid* die Ausmessungen der Ellipsenkurve einem Kreise anpasste und diese Kurve nicht als eine elliptische analysierte.

*Morosow*<sup>3)</sup> bediente sich zur Untersuchung der Schnittkurve eines Zirkels und Lineals und bestimmte die Mittelpunkte der erhaltenen Krümmungen. Er zog zwei Sehnen und errichtete in deren Mitte die Lote; oder zog nur eine Sehne, errichtete in deren Mitte eine Senkrechte und schob den einen Zirkelfuss so lange entlang derselben, bis der andere mit der Kurve der Gelenkoberfläche übereinstimmte. Bei gewisser Fertigkeit gelang es unmittelbar mit Hilfe des Zirkels den Mittelpunkt der Krümmung zu bestimmen.

Die Genauigkeit seiner Ausmessungen definierte *Morosow* bis auf  $\frac{1}{4}$  mm für den Durchmesser des Kopfes und  $\frac{1}{2}$  mm für den Durchmesser der Gelenkpfanne.

Wenn man mit einem Körper von kugelartiger Form zu tun hat, so kann man sich vollständig damit begnügen, eine Kreislinie in die Konturen einzuschreiben, da die Kreislinie, welche mit der Kurve der Koordinaten aller Durchschnitte koindiziert, vollständig die Analyse der Form erschöpft und das Recht gibt, zu schliessen, dass es sich hier um eine Kugelform handelt.

<sup>1)</sup> Wiener Medizinische Jahrbücher, Heft I 1877, S. 291.

<sup>2)</sup> Krause, C., Handbuch der menschlichen Anatomie. Hannover 1879. Bd. II, S. 130.

<sup>3)</sup> Morosow, P., Über den Einfluß der Methode des Ausstreckens auf Knie- und Hüftgelenke. Charkoff 1875. S. 25.

Aber ganz anders steht es um nicht kugelförmige Körper, sondern solche, in deren Durchschnitt man entweder keine Kreislinie einschreiben kann oder, im Gegenteil, sogar einige Kreise mit verschiedenen Radien. Um über den Charakter der Form solcher Körper zu schliessen, ist es notwendig, auch noch die Wechselbeziehung der Kurvenpunkte und deren Zusammenhang mit bestimmten geometrischen konstanten Linien oder Punkten einer Analyse zu unterwerfen.

So kann man in das Polarsegment der Ellipse zwei Umkreise einschreiben, doch damit wird die Frage über den Charakter der Kurve nicht gelöst: es muss noch bewiesen werden, dass die Kurve im ganzen denjenigen Anforderungen entspricht, welche die Ellipse als solche definieren.

Einige Autoren, welche andere Gelenke untersuchten, nahmen zur Analyse ihrer Kurven Zirkel und Lineal, aber um die Frage über den Charakter der Kurve und über die Form des ganzen Körpers zu lösen, musste mit den Daten der analytischen Geometrie gerechnet werden.

*Chomitzky*<sup>1)</sup> zog bei Bestimmung der Kurven der Fläche des Humerusblocks die Eigenschaft der Hyperbel in Betracht, bestimmte deren Zentrum, den Hauptdurchmesser, die virtuelle Achse, und dann, um die Richtigkeit seiner Konstruktion zu beweisen und festzustellen, dass die erhaltenen Daten wirklich der Hyperbel angehören, rechnete er die Gleichung derselben aus  $\left(\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = x\right)$ .

*Brande*<sup>2)</sup> tat bei der Bestimmung der Gelenkoberfläche des Handgelenks das nämliche. Nach dem angegebenen Ellipsoidabschnitt definierte er, indem er sich zur Konstruktion des Zirkels und des Lineals und zur Berechnung der mathematischen Formel bediente, die Grösse der einzelnen Teile der Untersuchungsform und verglich die erhaltenen Resultate mit dem, was in Wirklichkeit vorhanden war.

Bei meiner Untersuchung des Hüftgelenkes musste ich denselben

<sup>1)</sup> Chomitzky, K., Über den Bau und den Mechanismus des Ellenbogen- und Radioulnargelenkes. St. Petersburg 1884 (Russisch).

<sup>2)</sup> Brande, Über den Mechanismus des Handgelenks. Dissertation. St. Petersburg 1883. S. 25 (Russisch).

Weg einschlagen und für die Analyse der Form sowohl Zirkel und Lineal als auch entsprechende mathematische Konstruktions- und Berechnungsmethoden anwenden.

Es wäre sehr sonderbar, anders zu handeln. So z. B. wäre es sonderbar, eine elliptische Kurve nach einem willkürlichen, in der Geometrie nicht angenommenen Verfahren, einem Verfahren mit ausschliesslichem Einschreiben von Kreislinien in dieselbe, anzuwenden und vollkommen diejenigen zu ignorieren, welche für solche Fälle in der theoretischen und praktischen Mathematik ausgearbeitet sind.

Doch wenn die Anatomie sich bei ihren Forschungen eine gewisse Aufgabe stellt, welche ihrer Natur nach einer anderen Wissenschaft angehört, so ist es vollständig verständlich, dass die Anatomie diese Aufgabe nicht nach eigenem Verfahren lösen muss, sondern nach denjenigen Methoden, welche in dieser Wissenschaft angenommen und festgestellt sind, und namentlich wenn es sich um eine so genaue Wissenschaft wie die Mathematik handelt.

Da man nach den widersprechenden Angaben der vorhergehenden Forscher im Hüftgelenk eine Kugel, ein Ellipsoid, eine unregelmässige Form oder endlich eine Kombination verschiedener Rotationskörper (*Aeby*) finden kann, so bemühte ich mich, bei der Analyse eines jeden Gelenkes mit allen diesen Möglichkeiten zu rechnen und folgerecht die Frage zugunsten der einen oder anderen Form zu lösen.

Zuerst bemühte ich mich, das Zentrum der Kurve zu finden und von ihm aus eine Kreislinie in die gegebene Kurve einzuschreiben. Wenn mir dieses nicht gelang, so machte ich mich an die Ellipse und weiter an die übrigen Formen.

Das Zentrum der Kurve wurde nach geometrischen Regeln gefunden<sup>1)</sup>. In verschiedenen Teilen der Kurve wurden vier Sehnen, welche einander paarweise parallel waren, durchgeführt. Jede Sehne wurde halbiert und durch die Teilungspunkte zweier paralleler Sehnen Linien, die Durchmesser der Kurven darstellend, gezogen. Die Kreuzungsstelle der Durchmesser bildete das Zentrum der Kurve.

Danach wurde aus diesem Zentrum eine Kreislinie mit solcher

---

<sup>1)</sup> Makarow, N., Darstellende Geometrie. St. Petersburg 1896. S. 378. (Russisch.)

Berechnung eingeschrieben, dass dieselbe vollständig mit der zu analysierenden Kurve zusammenfiel. In Anbetracht dessen, dass auch die besten Zirkel und Lineale bei der Konstruktion zufällige Fehler zulassen, bemühte ich mich, wie *Morosow* es tat, vollständig empirisch die Lage des Zentrums zu kontrollieren. Bei Verschiebung des Zirkelfusses um das Zentrum achtete ich darauf, dass der andere freie Fuss in seiner Bewegung vollständig mit der zu analysierenden Kurve übereinstimmte.

Wenn die Kreislinie aus dem gefundenen Zentrum sofort oder erst nach einiger Korrektur seiner Lage vollständig eingeschrieben wurde, so schloss ich darauf, dass im gegebenen Schnitt eine Kreisform vorhanden war.

Wenn jetzt diese Kreisform ihre Gestalt auch in allen anderen Koordinatenflächen behielt und wenn die Kreislinie dabei überall ein und denselben Durchmesser hatte oder die Durchmesser sich in den Grenzen der zulässigen Fehler unterschieden, so hielt ich diese Gelenkform für eine Kugel und nahm an, dass die Analyse damit erschöpft war. Wenn es aber trotz allen Bemühens unmöglich war, eine Kreislinie einzuschreiben, oder sie mit Abweichungen eingeschrieben wurde, so blieb die Frage über die Kugelform des gegebenen Gelenkes weg und man sah sich genötigt, zur Analyse des Gelenkes mittels einer anderen Form überzugehen. — In diesen Fällen war gewöhnlich in einer der Koordinatenflächen eine regelmässige Kreislinie. Dieser Umstand gab immer Grund, im gegebenen Falle irgendeinen Rotationskörper, z. B. ein Rotationsellipsoid <sup>1)</sup>, vorauszusetzen.

Das Zentrum, welches durch die Kreuzung der Durchmesser bei der Analyse der Kurve seitens der Eigenschaften des Kreises erhalten wurde, diente auch für die Untersuchung der elliptischen Kurve als Zentrum, da das Zentrum der Ellipse auf demselben Wege wie dasjenige des Umkreises gefunden wird <sup>2)</sup>.

Nachdem das Zentrum der vermutlichen Ellipse gefunden war, wurde aus diesem Zentrum eine Kreislinie mit willkürlichem Halb-

<sup>1)</sup> Alekseew, W. Prof., Lehrbuch der Analytischen Geometrie mit Übungen. Dorpat 1903. S. 193.

<sup>2)</sup> Markarow, N., Darstellende Geometrie. St. Petersburg 1896. S. 377 § 27.



durchmesser eingeschrieben, und zwar mit solcher Berechnung, dass dieselbe die Kurve der Ellipse in vier Punkten durchkreuzte, oder im Falle seines Abschnittes — in zwei. Die Kreuzungspunkte wurden durch eine Sehne verbunden, aus dem Zentrum auf letztere eine Senkrechte gefällt und diese bis zum Zusammentreffen mit der Kurve verlängert. Diese Senkrechte stellt in ihrem Abschnitt vom Zentrum bis zur Kurve die Hälfte der grossen Ellipsenachse (dessen grosse Halbachse —  $a$  dar.

Danach wurde vom Zentrum zur langen Achse eine Senkrechte errichtet und bis zum Zusammentreffen mit der Kurve verlängert. Dieses war die kleine Halbachse —  $b$ .

Im Falle die Kurve am Ende der grossen Halbachse unterbrochen wurde, was gewöhnlich der Fall war, da an dieser Stelle das Lig. teres hinzutritt, so wurde die Länge der grossen Halbachse auf folgende Weise bestimmt.

Aus einem willkürlichen Punkte des Kurvenabschnittes wurde mit einem Radius, welcher der kleinen Halbachse gleich war, eine Kreislinie mit solcher Berechnung umschrieben, dass dieselbe auf ihrem Wege die lange Halbachse kreuzte.

Danach wurde der willkürliche Punkt mit diesem Kreuzungspunkte durch eine gerade Linie verbunden und diese Gerade bis zur Begegnung mit der kleinen Halbachse  $b$  verlängert. Die Entfernung, welche dem Abschnitte der Geraden vom willkürlichen Punkte auf der Kurve bis zum Kreuzungspunkte der Geraden mit der kleinen Halbachse entspricht, stellt die Länge der grossen Halbachse<sup>1)</sup>  $a$  dar. Man könnte die Länge der grossen Halbachse auch nach der Formel:  $a^2 = R, b$ , wo  $a$  die grosse Halbachse,  $b$  die kleine Halbachse und  $R$  der Radius der Krümmung im Pol der kurzen Halbachse der Ellipse<sup>2)</sup> ist, bestimmen.

Nachdem die Achsen der Ellipse erhalten waren, wurde aus der Spitze der kleinen Halbachse eine Kreislinie umschrieben. Dieselbe durchkreuzte die grosse Halbachse in zwei vom Zentrum in gleicher

<sup>1)</sup> Markarow, N., Darstellende Geometrie. S. 378.

<sup>2)</sup> Brande, B., Über den Mechanismus des Handgelenkes. St. Petersburg 1883. S. 25.

Entfernung liegenden Punkten und bestimmte, die Exzentrizität der Ellipse abgebend, die Lage seiner Brennpunkte.

Damit hatte die Bestimmung aller Grund- und Kardinalpunkte der Ellipse ihr Ende erreicht.

Danach wurde der fehlende Teil der Kurve konstruiert. Dies fiel sehr leicht, wenn man aus der Grundthese ausging, dass alle Durchmesser der Ellipse durch das Zentrum des Ellipsoides in zwei gleiche Teile geteilt werden.

Es genügte, eine Reihe von Durchmessern durchzuführen, und auf der Seite, wo keine Kurve war, einen Abschnitt, der seiner ersten Hälfte gleich war, abzumessen. Die Kurve, welche die Enden der letzteren vereinigte, stellte die fehlende Kurve der Ellipse dar.

Nachdem man die Ellipse im ganzen gefunden hatte, wurde sie kontrolliert, d. h. die Untersuchung der Eigentümlichkeiten ihrer Punkte vorgenommen.

Die willkürlichen Punkte der Kurve wurden durch die Radiensektoren mit den Brennpunkten der Ellipse verbunden und deren Summe bestimmt. Wenn dieselbe für alle Punkte der Kurve der Länge der grossen Achse gleich war, so wurde die Frage über die Form der Kurve zugunsten der Ellipse entschieden. Zuweilen wurde die Ellipse durch die Lösung ihrer Gleichung  $\left(\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1\right)$  kontrolliert, wo  $x$  und  $y$  die Ordinaten irgendeines durch die Konstruktion bestimmten Punktes,  $a$  und  $b$  die Halbachsen der Ellipse waren. Im Falle die Konstruktion richtig war, wurde die Gleichung im positiven Sinne gelöst, indem sie für jede Unbekannte ihre wirkliche Grösse gab.

Auf gleiche Weise wurde die Form der Kurve auch für andere Schnitte des Gelenkes definiert.

Wurden in zwei Flächen regelmässige Ellipsen und in einer eine regelmässige Kreislinie erhalten (was immer für den sagittalen Schnitt der Fall war), so musste die Frage über die Form zugunsten eines Rotationsellipsoides entschieden werden.

Endlich musste in solchen Fällen, wo die elliptische Kurve ausgeschlossen wurde, als eine solche Kurve, deren Abstand vom Focus keine konstante, der grossen Achse gleichkommende Summe ergibt

und wo auch die anderen mit Parabel<sup>1)</sup> und Hyperbel<sup>2)</sup> verbundenen Formen, oder die Kombination einiger Körper zugelassen werden.

Dieses ist der allgemeine Untersuchungsplan der Formen, mit welchen ich zu tun hatte.

Die Details und Eigenheiten der einzelnen Gelenke werden bei der Analyse derselben angeführt werden.

---

### III. Die tatsächliche Seite der Untersuchung.

#### *Allgemeine Daten und Auslegungsplan.*

Bei meiner Untersuchung des menschlichen Hüftgelenkes war ich bemüht, alle diejenigen Fragen zu beantworten, welche von den vorhergehenden Autoren aufgestellt und auf diese oder jene Weise gelöst worden waren. Ausserdem legte ich meiner Untersuchung die Bedingung zugrunde, die Frage über die Form des Gelenkes und den Charakter seiner Oberfläche möglichst vollständig durchzunehmen und sie, wenn möglich, erschöpfend zu bearbeiten.

Weiter wollte ich ein deutlicheres Bild derjenigen Veränderungen liefern, welche mit den Jahren und mit Veränderung der Funktion des Hüftgelenkes in diesem auftreten.

Bei der Analyse der Form des Gelenkes erwähnte ich gleichzeitig dessen Knorpelüberzug, und bemühte mich, die Art und Weise zu erklären, durch welche letzterer die Gelenkfläche deckt.

Über diesen Punkt existieren nur spärliche Angaben, und die Frage über den Mechanismus dieser Deckung (deren Zufälligkeit oder Zweckmässigkeit) ist weder für das Hüftgelenk, noch für die Gelenke im allgemeinen ausgearbeitet.

Diese Frage einer optischen Untersuchung zu unterwerfen, erwies sich als sehr einfach, — dazu genügte es, den Durchschnitt der Gelenkform *mit* Knorpelüberzug (frisches Präparat) und *ohne* denselben nach dessen Mazeration) zu erhalten und beide einer Analyse zu

---

<sup>1)</sup> Bei der Parabel sind alle Durchmesser der Achse parallel und kreuzen sich nicht.

<sup>2)</sup> Bei der Hyperbel kreuzen sich die Durchmesser im Zentrum, welches ausserhalb der Kurve liegt.

unterwerfen. Gleichzeitig konnte, durch Analyse des vom Knorpel befreiten Gelenkkopfes, die Angabe *Walters*<sup>1)</sup>, dass der Kopf in diesem Zustande ein Ellipsoid darstelle, kontrolliert werden.

Die Zahl der von mir untersuchten Gelenke betrug 146, darunter 26 Kindergelenke<sup>2)</sup>. Sie ist im Vergleich zu den bisher von den einzelnen Autoren untersuchten Gelenken bedeutend grösser, und unterscheidet sich wohl auch kaum von der Gesamtzahl der Gelenke, welche bisher einer speziellen Untersuchung unterworfen wurden.

Um das Ganze übersichtlicher zu gestalten, habe ich beschlossen, die Resultate meiner Arbeit in Abschnitte einzuteilen. So werde ich vor allem die Gelenke erwachsener Individuen — im Alter von 20 bis 50 Jahren — beschreiben, dann die Gelenke im intrauterinen Leben und im Kindesalter bis zu 3 Jahren, weiter diejenigen bis zum 20. Lebensjahre und schliesslich die Gelenke nach dem 50. Jahre. Das 3. und 20. Jahr stimmt mit den Angaben der vorhergehenden Autoren (*Schmid*, *Morosow*) überein. Ausserdem formiert sich das Hüftgelenk bis zum 20. Jahre endgültig und die Diaphyse verwächst mit den Epiphysen.

#### *Über die Veränderungen des Gelenkknorpels vor und während der Untersuchung.*

Die Untersuchung jedes Gelenkes nahm eine bestimmte Spanne Zeit ein, im Laufe derer die ihrem normalen Zustande entnommene Gelenkfläche den Einwirkungen der Umgebung ausgesetzt war. Ausserdem wurden die Gelenke solchen Leichnamen entnommen, welche erst nach Ablauf von zwei, drei und zuweilen auch mehr Tagen post mortem aus dem Krankenhause zugestellt wurden.

Deshalb war es wichtig festzustellen, welchen Einfluss dieser Umstand auf die Gelenkfläche haben könnte und ob sich nicht gar

<sup>1)</sup> A. Walter. Anatomie des menschlichen Körpers. Kiew 1855. S. 102.

<sup>2)</sup> Werjuschky untersuchte 40 erwachsene und 15 kindliche Gelenke, Schmid 27, Morosow 28, Aeby 1. Nimmt man nun an, dass die Gebr. Weber, Albert, Leshaft u. a. je 5 Gelenke untersucht haben, so beträgt die Gesamtzahl aller speziell untersuchten Gelenke 130—140.

Die Daten, welche ich bei der Untersuchung von mehr als 40 Tiergelenken erhalten habe, werde ich in einer besonderen Arbeit geben.



solche Veränderungen einstellen, welche das Resultat der Untersuchung beeinflussen und die Bedeutung der Untersuchung selbst schädigen könnten.

Weiter war es wichtig, sich klarzumachen, auf welche Art das Objekt vor Veränderungen, falls solche eintreten, geschützt werden könnte, in welchen Bedingungen es sich während der Untersuchung befinden muss und wie die schon eingetretenen Leichenveränderungen verrechnet werden müssen, um sicher zu sein, dass die Untersuchung ihre Zweckmässigkeit bewahrt habe.

Dieses war besonders in den Fällen von Wichtigkeit, wo gleichzeitig die das Gelenk umgebenden Muskeln untersucht wurden. Die Untersuchung der letzteren erforderte bisweilen zwei und noch mehr Tage.

Zur Lösung aller dieser Fragen wurden folgende Experimente gemacht:

1. Vollkommen frische, vom Schlachthof erhaltene Gelenke wurden eröffnet und sofort einer optischen Untersuchung, gewöhnlich einem Durchschnitt in zwei bis drei Flächen unterworfen. Danach wurden die Köpfe in die Pfannen eingefügt, das Gelenk mit einer Schicht der abgenommenen Muskeln umgeben und, in Lappen eingeschlagen, einige Zeit liegen gelassen. Nach Verlauf einiger Tage, als sich schon Fäulniserscheinungen einstellten, wurde das Gelenk von neuem in denselben Richtungen hin untersucht. Die Daten beider Untersuchungen wurden verglichen.

2. Frische, dem Leichnam entnommene Gelenke wurden einem optischen Durchschnitt unterworfen, in einen feuchten Lappen eingeschlagen und in solchem Zustande aufbewahrt. Nach einigen Tagen wurde die Untersuchung wiederholt, die Daten der ersten und zweiten Untersuchung verglichen.

3. Die Gelenkformen kamen nach der Untersuchung in einen Kasten mit Dämpfen schwachen Alkohols (40°—50°). Nach einiger Zeit erfolgte die zweite Untersuchung und die Vergleichung der erhaltenen Daten.

4. Einige Gelenke wurden nach der Untersuchung in 5—10prozentige Formalinlösung gelegt.

Die erhaltenen Resultate waren folgende:

1. Die Verwesung bleibt, wenigstens die ersten Tage, ohne jegliche Einwirkung auf die Gelenkfläche.

Die genauesten Untersuchungen können nichts davon entdecken und die Konturen der Durchschnitte frischer und älterer Objekte stimmen in allen Punkten überein<sup>1)</sup>. Dieses ersehen wir aus den Daten der folgenden Tabelle<sup>2)</sup>.

Tabelle I.

Nummer	Bezeichnung des Objektes	Nach Ablauf welcher Zeit die zweite Untersuchung gemacht wurde	Resultate der ersten Untersuchung				Resultate der zweiten Untersuchung			
			R.	r.	O-O,	d-d	R.	r.	O-O,	d-d
1	Bos taurus No. 1	8 Tagen	37,5	25,0	20,5	42,0	37,5	25,0	20,5	42,0
	"	"	27,0	22,0	9,0	42,0	27,0	22,0	9,0	41,8
2	Bos taurus No. 2	9 Tagen	33,5	22,5	16,0	40,6	33,5	22,5	16,0	40,6
	"	"	22,5	22,0	5,5	39,5	22,5	22,0	5,5	39,5
3	Sus scrofa dom.	8 Tagen	20,2	17,0	7,0	31,0	20,2	16,5	6,8	31,2
	"	"	14,6	14,6	0	29,2	14,5	14,5	0	29,2
4	Ovis aries . . . .	12 Tagen	19,0	10,5	9,5	24,0	19,0	10,5	9,8	24,0
	"	"	12,5	11,0	2,5	21,2	12,5	11,0	2,5	21,2
5	Homo 29 Jahre	10 Tagen	26,0	25,0	3,1	48,7	26,0	25,0	3,1	48,7
	"	"	27,0	25,6	3,0	24,5	27,0	25,5	3,0	24,5
6	Homo 37 Jahre	12 Tagen	24,2	24,2	0	48,4	24,2	24,2	0	48,4
	"	"	24,2	24,5	0	48,4	24,2	24,2	0	48,4

Die Resultate sind überall gleich und die Krümmung wird durch dieselben Radien definiert. Der in den Durchschnitt eingeschriebene Kreis kreuzt sowohl bei der ersten als auch bei der zweiten Untersuchung dieselben Punkte. Der Unterschied, welcher bei einigen Messungen (Kursiv) vermerkt wurde, hängt augenscheinlich von einem Fehler beim Einschreiben des Umkreises ab.

2. Durch Einschlagen in feuchte Lappen verhütet man vollkommen jegliche Veränderung der Gelenkform. Dieses wurde im Laufe der

<sup>1)</sup> Diese Tatsache findet ihre Bestätigung auch beim Macerieren, wobei der Gelenkknorpel lange Zeit intakt bleibt.

<sup>2)</sup> R. = Radius des grösseren Bogens, r. = des kleineren, O-O = Abstand zwischen beiden Bogenzentren, d-d = Quermass der Gelenkform oder deren Diameter (im Falle einer Kugel).

ganzen Untersuchung konstatiert. Speziell jedoch wurde diese Frage an einigen Menschen- und Schafgelenken studiert. Die Zahlen der Messungen der optischen Abbildungen, welche von Objekten bis zur Aufbewahrung in nassen Lappen und nachher (nach 5—15 Tagen) erhalten wurden, stimmten völlig überein.

Nur wenn die Gelenkfläche zu trocknen begann, schrumpfte sie zusammen, und namentlich an Kindergelenken war diese Schrumpfung selbst mit unbewaffnetem Auge bemerkbar. Allzugrosse Feuchtigkeit ändert nichts an der Gelenkfläche.

Tabelle II.

Nummer	Nummer der Arbeit	Bezeichnung des Objektes	Nach Ablauf welcher Zeit die zweite Untersuchung gemacht wurde	Resultate der ersten Untersuchung				Resultate der zweiten Untersuchung			
				R.	r.	O-O,	d—d	R.	r.	O-O,	d—d
1	1	Ovis aries	5 Tagen	19,0	10,5	9,5	22,5	19,0	10,5	9,5	22,5
2	1	"	"	12,0	11,0	1,7	21,2	12,0	11,0	1,5	21,2
3	2	"	"	15,5	12,0	9,0	20,5	15,5	12,0	9,0	20,5
4	61	Homo 41 Jahre	12 Tagen	21,5	21,5	0	43,0 <sup>1)</sup>	21,5	21,5	0	43,0
5	61	"	"	21,5	21,5	0	43,0 <sup>2)</sup>	21,5	21,5	0	43,0
6	63	Homo 37 Jahre	12 Tagen	24,2	24,2	0	48,4 <sup>1)</sup>	24,2	24,2	0	48,4
7	63	"	"	24,2	24,2	0	48,4 <sup>2)</sup>	24,2	24,2	0	48,4
8	70	Homo 35 Jahre	12 Tagen	25,0	25,0	0	50,0 <sup>1)</sup>	25,0	25,0	0	50,0
9	70	"	"	25,0	25,0	0	50,0 <sup>2)</sup>	25,0	25,0	0	50,0
10	80	Homo 30 Jahre	15 Tagen	27,0	22,0	3,2	49,0 <sup>1)</sup>	27,0	22,0	3,2	49,0
11	89	Homo 20 Jahre	15 Tagen	29,0	27,5	1,5	56,0 <sup>1)</sup>	29,0	27,5	1,5	56,0
12	89	"	"	30,0	27,0	1,5	55,2 <sup>2)</sup>	30,0	27,0	1,5	55,2

3. In Dämpfen schwachen Alkohols (40°—50°) konservierten sich die Gelenke vortrefflich und ohne jegliche Veränderung. Nach 1 bis 5 Monaten ist noch keine Spur von Veränderung zu finden. So ist für eine Reihe von menschlichen Gelenken folgendes gefunden worden (siehe Tab. III, S. 120).

Beim Auflegen der optischen Abbildungen der zweiten Untersuchung auf diejenigen der ersten stimmten die Konturen überall völlig überein.

4. Die in 5—10prozentige Formalinlösung gelegten Gelenke

<sup>1)</sup> Daten des Frontalschnittes.

<sup>2)</sup> Daten des Horizontalschnittes.

Tabelle III.

Nummer	Nummer der Arbeit	Bezeichnung des Objektes	Zeit der Dampfeinwirkung	Erste Untersuchung (frische Objekte)				Zweite Untersuchung (nach der Dampfeinwirkung)			
				R.	r.	O-O,	d—d	R.	r.	O-O,	d—d
1	65	Gelenk eines 12jähr. Knaben	3 Monate	24,3	21,3	0,8	41,4	24,3	21,3	0,8	41,4
2	69	Gelenk eines 29jähr. Mannes	3 Monate	26,0	25,0	2,5	48,5	25,7	25,0	3,0	48,5
3	87	Gelenk eines 6jähr. Knaben	2 Monate	17,0	15,0	3,0	30,1	17,0	15,5	2,8	30,1
4	89	Gelenk eines 20jähr. Mannes	2 Monate	29,0	27,0	1,5	55,5	29,0	27,0	1,5	55,5
5	90	Gelenk einer 40jähr. Frau	2 Monate	24,0	20,0	2,2	46,0	24,0	20,0	2,2	46,0
6	94	Gelenk eines 16jähr. Knaben	1 Monat	24,0	23,0	1,5	45,5	24,0	23,0	1,5	45,5
7	60	Gelenk einer 56jähr. Frau	3 Monate	21,7	21,7	0	43,4 <sup>1)</sup>	21,7	21,7	0	43,4
8	60	„	„	21,7	21,7	0	43,4 <sup>2)</sup>	21,7	21,7	0	43,4
9	65	Gelenk eines 12jähr. Knaben (rechtes)	5 Monate	20,3	20,3	0	40,6 <sup>1)</sup>	20,3	20,3	0	40,6
10	65	„	„	20,3	20,3	0	40,6 <sup>2)</sup>	20,3	20,3	0	40,6
11	65	Gelenk eines 12jähr. Knaben (linkes)	5 Monate	21,5	19,5	0,8	41,5 <sup>1)</sup>	21,5	19,5	0,8	41,5
12	65	„	„	21,5	20,0	0,1	41,5 <sup>2)</sup>	21,5	20,0	0,2	41,5

bestätigten vollkommen die Fixationskraft dieser Substanz, welche sich schon in der mikroskopischen Technik bewährt hat. Die Einwirkung des Formalins im Laufe von zehn Tagen bis drei Monaten liess die Gelenkfläche absolut intakt (siehe Tab. IV, S. 121).

Auf Grund all dieser Daten, welche genau festgestellt und kontrolliert wurden, kann man den Schluss ziehen, dass der Gelenkknorpel sich in der ersten Zeit post mortem und während der Untersuchung nicht verändert.

<sup>1)</sup> Daten des Frontalschnittes.

<sup>2)</sup> Daten des Horizontalschnittes.



Soeben erschienen:

# Krankheiten und Ehe.

Darstellung  
der Beziehungen zwischen Gesundheitsstörungen  
und Ehegemeinschaft.

Herausgegeben von

Hofrat Prof. Dr. C. von Noorden

und

Dr. S. Kaminer.

**Zweite, neubearbeitete und vermehrte Auflage.**

Brosch. M. 27.—, geb. M. 28.40.

Die Ehegemeinschaft mit allen ihren Folgezuständen bietet ein ausserordentlich grosses Feld für die Betätigung der Volkshygiene und der ärztlichen Fürsorge. Wieviel Krankheit und Elend, wieviel Jammer und Unglück sind durch Ehen in die Welt gebracht worden, durch zweckmässige sanitäre Massregeln sich aber hätten verhüten lassen!

Die Aufgaben, welche in Bezug auf Ehe und Eheschliessung dem Arzte zufallen, sind gross und verantwortlich und gehören den verschiedensten Gebieten der Medizin an. Alle diese Fragen im Zusammenhang zur Darstellung zu bringen ist der Zweck dieses Handbuches. Es soll eine Quelle der Belehrung sein, ein Berater für alle wichtigen, das Wohl und Wehe der Menschheit berührenden Lebensfragen.

Die erste Auflage hat die Forschung über die Beziehung zwischen Krankheit und Ehe in ungeahnter Weise angeregt, so dass keine Arbeit in der ursprünglichen Form hat stehen bleiben können und eine Anzahl neuer Kapitel sich nötig gemacht haben.

Nach dem Kriege wird es noch mehr als früher unsere Pflicht sein, einen gesunden, kräftigen und widerstandsfähigen Nachwuchs zu erzielen. Die Lehren, die dieses Buch enthält, sollen dazu mithelfen.

Soeben erschienen:

# Handbuch der Balneologie, medizinischen Klimatologie und Balneographie.

Herausgegeben im Auftrage der Zentralstelle für Balneologie

von

Wirkl. Geh. Ob.-Med.-Rat Prof. Dr. Dietrich

und

Dr. Kaminer.

---

Band I.

---

Mit 89 Abbildungen und 1 Tafel.

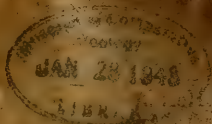
Brosch. M. 14.—, geb. M. 15.50.

Seit altersher hat die Balneo- und Klimatotherapie bei der Behandlung von krankhaften Zuständen eine bedeutende Rolle gespielt, wenngleich ihre wissenschaftliche Stellung als besondere Behandlungsweise eine wenig geachtete war. Dem Praktiker war sie stets eine unentbehrliche Behandlungsform, da er sich immer, und mit Recht, auf den Erfolg berufen und verlassen konnte. Die allgemeinen naturwissenschaftlichen Kenntnisse haben sich in ungeahnter Weise erweitert, die ärztlichen Untersuchungsmethoden zu ungeahnter Feinheit ausgebildet, so dass Balneologie und Klimatologie ihre wissenschaftliche Berechtigung erlangt haben.

Das Handbuch wird in 6 Bände zerfallen. Der erste behandelt die *allgemeinen naturwissenschaftlichen Grundlagen: die Geologie, die Chemie der Quellen, Moore- und Mineralschlamm, die Physik des Klimas und der Strahlung*. Der zweite die *balneophysiologische Abteilung* wird die *Physiologie der innerlichen und äusserlichen Anwendung der Wässer* zum Gegenstand haben. Die dritte Abteilung wird der *allgemeinen und speziellen Klimato-Physiologie und der Physiologie der Strahlung*, die vierte der *allgemeinen Therapie der Kurorte*, die fünfte der *besonderen Balneo-Klimatotherapie*, endlich die sechste Abteilung der *Kurorthygiene und der Balneographie* gewidmet sein.

Internationale Monatsschrift  
für  
Anatomie und Physiologie.

Redigiert von  
**Fr. Kopsch**  
in Berlin



Band XXXII. Heft 7, 12.

Mit 47 Textabbildungen.

LEIPZIG 1918

Verlag von Georg Thieme.



# Inhalt.

Dr. H. Kopsch: Die Form des menschlichen Hüftgelenks. Mit 47 Fig.	Seite
Dr. H. Kopsch: Das dem anatomischen Kabinett des Medizinischen Institutes	121
Dr. H. Kopsch: Elemente	196

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Aufsätzen 50 Sonderabdrücke frei. Sie dürfen die Verlagshandlung auf Verlangen zu billigem Preise abgeben. Die Abdrücke können in lateinischer, französischer, italienischer, englischer oder deutscher Sprache werden direkt an Prof. Dr. F. Kopsch, Wilmersdorf bei Berlin, oder an Prof. Dr. R. B. Bensley, University of Chicago, erbeten.

## Die bisher erschienenen Bände kosten:

Bd. I	40.—	Bd. XVII	65.—
II	52.—	XVIII	75.—
III	47.50	XIX	50.—
IV	72.—	XX	59.—
V	68.—	XXI	70.—
VI	77.50	XXII	50.—
VII	84.—	XXIII	55.—
VIII	100.—	XXIV	78.—
IX	76.50	XXV	56.—
X	93.50	XXVI	60.—
XI	92.60	XXVII	78.60
XII	79.—	XXVIII	70.—
XIII	76.10	XXIX	85.—
XIV	48.30	XXX	46.50
XV	72.—	XXXI	84.—
XVI	70.50	XXXII	22.60

Bd. I—XXX statt 2030.— nur 1320.—



# Über die Form

des

# menschlichen Hüftgelenks

von

**R. Hellwig.**

---

(Schluss der Arbeit.)

12,080



Tabelle IV.

Nummer	Bezeichnung des Objektes	Zeit der Formalin-einwirkung	Resultate der ersten Untersuchung				Resultate der zweiten Untersuchung			
			R.	r.	O-O,	d—d	R.	r.	O-O,	d—d
1	Bos taurus No. 4	10 Tage	34,3	33,5	13,6	52,6	34,3	33,5	13,6	52,6
2	" No. 3	20 Tage	34,5	22,5	15,6	43,5	34,5	22,5	14,6	43,5
3	Sus scrofa dom. .	1 Monat	17,0	12,5	4,5	29,5	17,0	12,5	4,2	29,5
4	Bos taurus No. 1	4 $\frac{1}{2}$ Monate	37,5	25,0	20,5	42,0	37,5	25,0	20,5	42,0
5	Homo, caput femoris dextrum . .	1 $\frac{1}{2}$ Monate	29,0	26,0	2,5	53,8 <sup>1)</sup>	29,0	26,0	2,5	53,8
6	"	"	29,0	26,0	2,0	53,7 <sup>2)</sup>	29,0	26,0	2,2	53,7
7	Homo, caput femoris sinistrum . .	"	28,0	21,0	5,5	53,5 <sup>1)</sup>	28,0	21,0	5,5	53,5
8	"	"	28,0	25,0	1,2	53,5 <sup>2)</sup>	28,0	25,0	1,2	53,5
9	Acetabulum hominis dextrum . .	1 $\frac{1}{2}$ Monate	28,0	—	—	53,4 <sup>1)</sup>	28,0	—	—	52,3 <sup>3)</sup>
10	"	"	28,0	25,0	1,0	52,5 <sup>2)</sup>	28,0	25,0	1,0	52,5
11	Acetabulum hominis sinistrum . .	"	29,0	—	—	52,5 <sup>1)</sup>	29,0	—	—	53,0 <sup>2)</sup>
12	"	"	29,0	26,0	2,0	53,5 <sup>2)</sup>	29,0	1,8	26,0	53,0

Folglich hat die von mir unternommene Untersuchung des Hüftgelenkes ihre Berechtigung und kann vollständig auf die Gelenkform des lebendigen Menschen bezogen werden.

Während der Untersuchung muss man streng darauf achten, dass der Knorpel nicht austrocknet. Dazu genügt es, das Untersuchungsobjekt in nassen Lappen oder Spiritusdämpfen zu konservieren.

Viel gefährlicher sind mechanische Verletzungen der Gelenkfläche. Wenn letztere auf einem Lappen liegt oder mit einem schweren, groben Lappen bedeckt ist, so können leicht Abdrücke und Impressionen entstehen. Deshalb ist es besser, den Kopf während der ganzen Untersuchung in der Pfanne zu halten und das ganze Gelenk in Dämpfen zu konservieren. Wenn der Gelenkkopf nicht in die Pfanne gefügt ist, muss er immer hängend erhalten werden, damit er unberührt bleibt.

<sup>1)</sup> Daten des Frontalschnittes.

<sup>2)</sup> Daten des Horizontalschnittes.

<sup>3)</sup> Diese Veränderungen stehen mit den Veränderungen des Labrum glenoidale in Verbindung, da zu dessen Fixation keine Massregeln getroffen wurden.

*Die Gelenkform des Menschen im Alter von 20 bis 50 Jahren.*

Von Gelenken dieses Alters gelang es mir, 57 Exemplare zu untersuchen, davon 32 männliche und 25 weibliche. In allen diesen Fällen, mit Ausnahme von dreien<sup>1)</sup>, wurden die Durchschnitte nach der optischen Methode gemacht. Jede Form wurde nach den drei Koordinatenachsen durchsägt. Die Entfernung des Objektes vom Schirm im Laufe des optischen Durchschnittees betrug in allen Fällen 3,0 cm. Die Analyse der Bogenlinien wurden nach dem oben beschriebenen Verfahren gemacht: Das Zentrum der Kurve wurde definiert, ein Umkreis in die Bogenlinie eingeschrieben und, falls für letztere keine Daten vorhanden waren, die Kurve auf die Eigenschaften einer Ellipse untersucht.

Eine Analyse auf die Eigenschaften anderer Kurven brauchte nicht gemacht zu werden, da bei allen Durchschnitten entweder ein regelrechter Umkreis oder eine regelrechte Ellipse beobachtet wurde.

Um die erhaltenen Eigenschaften der Bogenlinie einer genauen Kontrolle zu unterwerfen, wandte ich die Gleichung der Ellipse an oder öfter noch folgendes praktische Verfahren, welches mir grosse Dienste leistete (Fig. 11).

Wenn das Zentrum des Umkreises oder die Halbachsen der Ellipse gefunden waren, nahm ich ein Blatt durchsichtigen Papiers, beschrieb mit dem Zirkel einen Umkreis von gegebenem Radius und zeichnete sodann mit Hilfe eines Fadens und zweier Nadeln eine Ellipse, welche derjenigen des Untersuchungsschnittes entsprach<sup>2)</sup>.

Der erhaltene Umkreis und die Ellipse wurden auf die Bogenlinie des Untersuchungsdurchschnittes gelegt und beides miteinander verglichen. Die volle Kongruenz der Konturen des Durchschnittes mit dem Umkreis oder der Ellipse sprachen deutlich für das Vorhandensein der einen oder anderen Kurvenform (Fig. 12).

---

<sup>1)</sup> Diese Durchschnitte wurden nach der Methode der Zersägung der Gipsobjekte gemacht.

<sup>2)</sup> W. von Bool. *Instrumente und Apparate für geometrische Zeichnungen mit Erklärung ihrer Theorie.* Moskau 1893. S. 118. (Russisch.)



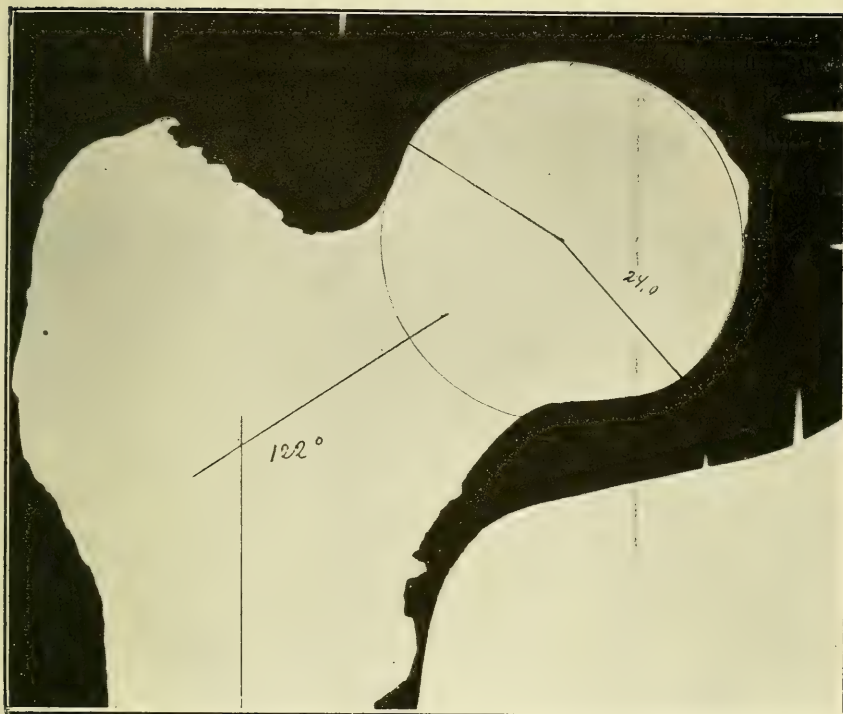


Fig. 11. Umkreis im frontalen Durchschnitt des Kopfes.  
Gelenk eines 27jährigen Mannes.

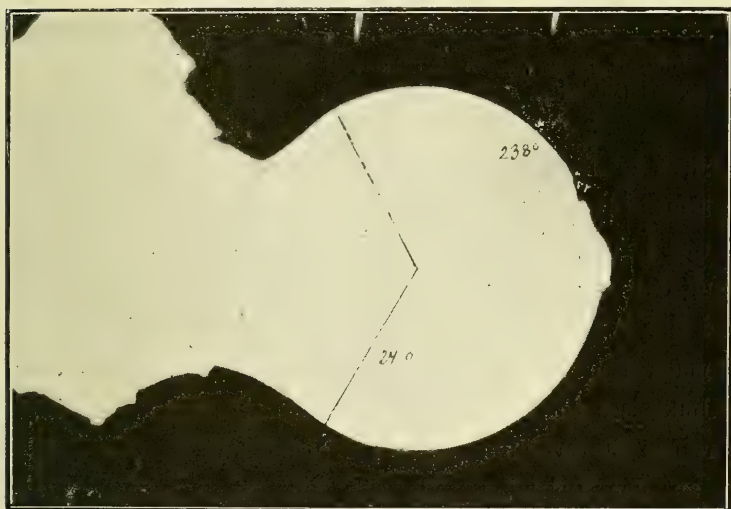


Fig. 12. Umkreis im horizontalen Durchschnitt des Kopfes.  
Gelenk eines 27jährigen Mannes.

Dabei dienten die grösseren Umkreise und Ellipsen, die den vorhergehenden parallel sind, als beste Ergänzungskontrolle. Wenn der Umkreis auf die elliptische Kurve aufgelegt wurde, merkte man die Störung in der Konzentrität der Bogenlinien sofort, und die typischen Konturen der Ellipse traten sehr scharf hervor. Das-

selbe geschah beim Auflegen der Ellipse auf den Umkreis.

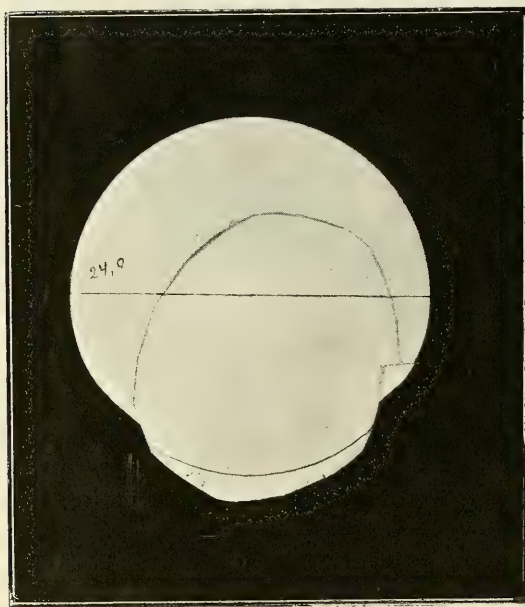


Fig. 13. Umkreis im sagittalen Durchschnitt des Kopfes. Gelenk eines 27jährigen Mannes.

Das Verfahren mit durchsichtigem Papier und daraufgezeichneten Bogenlinien erwies sich als äusserst bequem und genau. Es genügte an dem gemachten Durchschnitt einen durchsichtigen Papierbogen mit dieser oder jener Kurve anzulegen, um fehlerlos feststellen zu können, welche Form im gegebenen Falle vorlag. Im Laufe meiner Arbeit sammelte sich allmählich eine ganze Kollektion von

geometrisch exakten, auf Papier gebrachten Ellipsen und Umkreisen an. Späterhin bediente ich mich ihrer bei der Kontrolle aller Bogenlinien und beim Lösen der Frage über Form und Eigenheiten jedes einzelnen Gelenkes.

Bei der Analyse der Bogenlinien überzeugte ich mich von der auffallenden Regelmässigkeit der Form der Gelenkfläche. Im Falle eines Umkreises oder einer Ellipse hatten wir es in Wirklichkeit mit einer reinen Form ohne jegliche Abweichung zu tun. Die Kurve wurde an der Insertionsstelle des Lig. teres unterbrochen, doch nicht gestört. Das Lig. teres befand sich am Pol der grossen Ellipsenachse. Bei einigen Gelenken erhielt ich in allen drei

Koordinatenschnitten Umkreise von gleichem Radius (Fig. 11—13), bei anderen regelrechte und gleiche Ellipsen im Frontal- und Horizontalschnitt und einen Umkreis<sup>1)</sup> im sagittalen Durchschnitt (Fig. 14 bis 16).

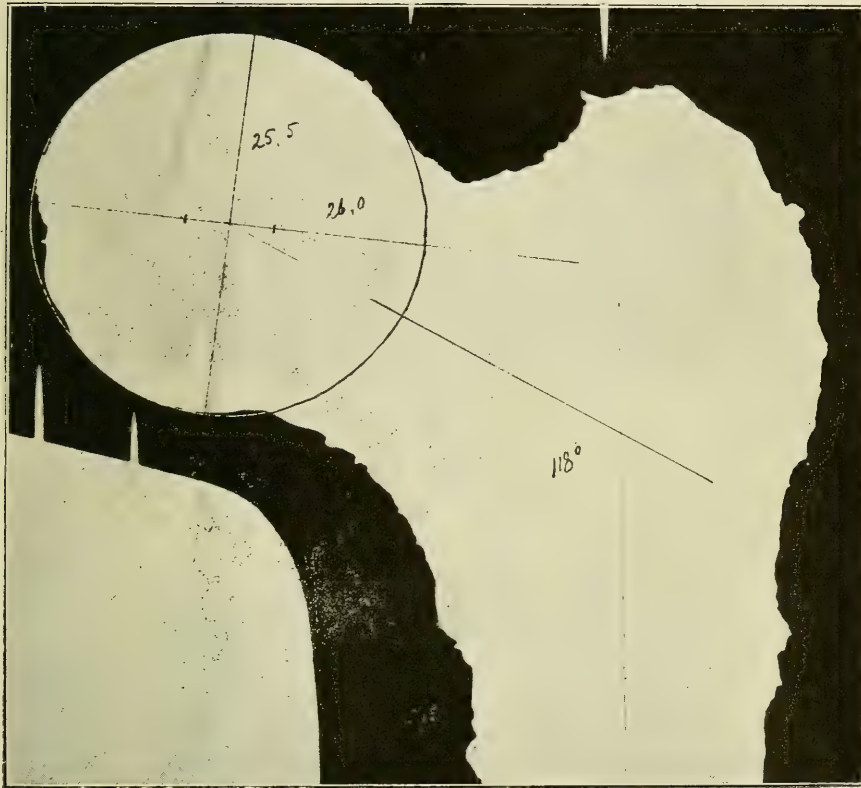


Fig. 14. Ellipse im frontalen Durchschnitt des Gelenkkopfes.  
Gelenk eines 47jährigen Mannes.

Folglich entsprachen die ersteren einer Kugelform, die zweiten einem Rotationsellipsoid mit der Gleichung  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1$ , wo  $a > b$ , was sich wirklich bestätigte.

<sup>1)</sup> Wenn die Gelenkfläche des Kopfes im unteren Teil des Gelenkes nicht bis zur Spitze der kleinen Halbachse der Frontalellipse reichte, oder, bei Kugelform, vor der Spitze des dem Schirm parallel verlaufenden Durchmessers endigte, hatte der Umkreis in diesem Durchschnitt kein unteres Segment.

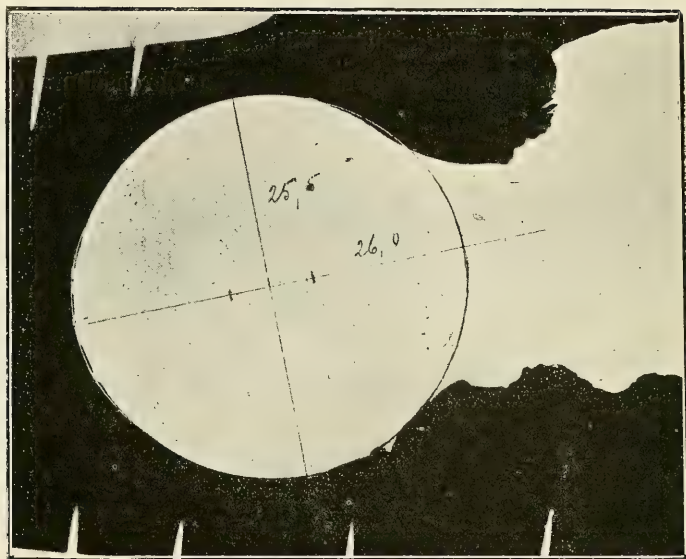


Fig. 15. Ellipse im Horizontaldurchschnitt desselben Kopfes.

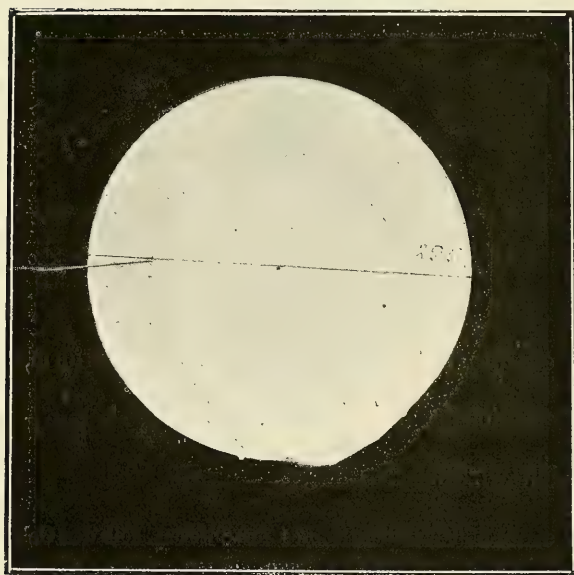


Fig. 16. Umkreis im Sagittaldurchschnitt desselben Kopfes.



Für den Gelenkkopf männlicher Gelenke erhielt ich folgende Daten<sup>1)</sup>.

Tabelle V.

Nummer	Nummer der Arbeit	Alter (in Jahren)	Welche Extremität	Frontalschnitt		Horizontalschnitt		Sagittalschnitt	Differenz zwischen <i>a</i> und <i>b</i>	Differenz der Achsen	Form
				<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>b</i> <i>b</i>			
1	18	47	linke	26,2	25,2	26,2	25,2	25,2	1,0	2,0	Rotations- ellipsoid
2	23	30	rechte	25,0	24,0	25,0	24,0	24,0	1,0	2,0	"
3	21	42	"	26,0	25,0	26,0	25,0	25,0	1,0	2,0	"
4	31	40	"	24,5	24,0	24,5	24,0	24,0	0,5	1,0	"
5	36	49	"	27,9	27,0	27,9	27,0	26,5 <sup>2)</sup>	0,9	1,8	"
6	40	35	"	27,5	26,6	27,5	26,6	26,6	0,9	1,8	"
7	40	35	linke	27,6	26,8	27,6	26,8	26,8	0,8	1,6	"
8	42	40	rechte	28,7	27,2	28,7	27,2	27,2	1,5	3,0	"
9	45	26	"	27,5	26,5	27,5	26,5	26,5	1,0	2,0	"
10	45	26	linke	27,4	26,4	27,4	26,4	26,4	1,0	2,0	"
11	46	40	rechte	25,0	24,0	25,0	24,0	24,0	1,0	2,0	"
12	55	47	"	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	0	0	Kugel
13	56	43	linke	25,5	24,4	25,5	24,4	24,4	1,1	2,2	Rotations- ellipsoid
14	62	36	rechte	25,2	23,2	25,2	23,2	23,2	2,0	4,0	"
15	63	37	"	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	0	0	Kugel
16	63	37	linke	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	0	0	"
17	66	47	rechte	26,1	25,5	26,1	25,5	25,5	0,6	1,2	Rotations- ellipsoid
18	66	47	linke	26,1	25,5	26,1	25,5	25,5	0,6	1,2	"
19	67	26	rechte	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	0	0	Kugel <sup>3)</sup>
20	67	26	linke	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	0	0	"
21	68	47	rechte	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7	0	0	"
22	69	29	"	25,5	24,5	25,5	24,5	24,5	1,0	2,0	Rotations- ellipsoid
23	70	35	linke	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	0	0	Kugel

<sup>1)</sup> Die Tabelle ist den Daten des Rotationsellipsoides angepasst; *a* = grosse Halbachse, *b* = kleine Halbachse.

Alle Durchmesser sind in Millimeter angegeben.

Da alle Gelenke auf einer Entfernung von 3,0 cm vom Schirm untersucht wurden, so stieg die Grösse ihrer Konturen um 0,009 ihres Durchmessers, was die Masse auf Hundertstel und Tausendstel änderte. Die Messungen wurden nur in Zehnteln ausgeführt, was keine Fehler zulässt. Deshalb kann man alle erhaltenen Masse als vollkommen richtig betrachten.

<sup>2)</sup> Durchschnitt eines Gipsobjektes.

<sup>3)</sup> Kann auch als Rotationsellipsoid betrachtet werden 25,7—25,5—25,5.

Tabelle V (Fortsetzung).

Nummer	Nummer der Arbeit	Alter (in Jahren)	Welche Extremität	Frontalschnitt		Horizontalschnitt		Sagittalschnitt		Differenz zwischen <i>a</i> und <i>b</i>	Differenz der Achsen	Form
				<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>			
24	71	50	rechte	26,7	26,5	26,5	26,5	26,5	0	0		Kugel <sup>1)</sup>
25	73	34	"	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	0	0		"
26	73	34	linke	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	0	0		"
27	76	27	"	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	0	0		"
28	78	48	"	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	0	0		" <sup>2)</sup>
29	80	30	rechte	25,3	24,5	25,3	24,5	24,5	0,8	1,6		Rotations- ellipsoid
30	80	30	linke	25,0	24,0	25,0	24,0	24,0	1,0	2,0		"
31	89	20	rechte	28,0	27,5	28,0	27,5	27,5	0,5	1,0		"
32	89	20	linke	28,5	27,6	28,5	27,6	27,6	0,9	1,8		"

Folglich entnehmen wir dieser Tabelle, dass die Gelenke männlicher Individuen im Alter von 20 bis 50 Jahren zwei Formen aufweisen: Rotationsellipsoid und Kugel.

Auf 32 Gelenke kamen 20 Ellipsoide oder 62,5% und 12 Kugeln oder 37,5%<sub>0</sub>.

Drei Formen (N N 19, 24 und 28) bilden einen Übergang zwischen Kugel und Rotationsellipsoid — das sind die Formen, deren grosse und kleine Halbachse nur um wenig differieren (0,2—0,3). Rechnet man sie aber zu den Ellipsoiden, so beträgt die Anzahl der letzteren 23, was bereits 71,8% ausmacht.

Die mittleren Masse betragen:

im Ellipsoid — für die grosse Halbachse 26,4 (Achse 52,8)

— für die kleine Halbachse 25,4 (Achse 50,8)

in der Kugel — für den Radius 25,4 (Durchmesser 50,8).

Die Mittelgrössen des Radius der Kugel stimmen mit denjenigen der kleinen Halbachse überein.

Die mittleren Grössen der Differenz zwischen grosser und kleiner Halbachse betragen im Ellipsoid 1,0 mm, für die Achsen 2,0 mm, minimum 0,5 (0,2), maximum 2,0 mm.

<sup>1)</sup> Kann auch als Rotationsellipsoid betrachtet werden 26,7—26,5—26,5.

<sup>2)</sup> Kann auch als Rotationsellipsoid betrachtet werden 26,3—26,0—26,0.

Für den Gelenkkopf weiblicher Individuen erhielten wir folgende Daten:

Tabelle VI:

Nummer	Nummer der Arbeit	Alter (in Jahren)	Welche Extremität	Frontalschnitt		Horizontalschnitt		Sagittalschnitt		Differenz zwischen $a$ und $b$	Differenz der Achsen	Form
				$a$	$b$	$a$	$b$	$b$	$b$			
1	3	47	linke	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	0	0		Kugel
2	19	41	"	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	0	0		"
3	34	42	"	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	0	0		"
4	35	40	rechte	23,0	22,3	23,0	22,3	22,3	0,7	1,4		Rotations-ellipsoid
5	37	27	linke	25,0	24,2	25,0	24,2	24,2	0,8	1,6		"
6	44	32	rechte	24,5	23,7	24,5	23,7	23,7	0,8	1,6		"
7	44	32	linke	24,5	23,7	24,5	23,7	23,7	0,8	1,6		"
8	47	37	"	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	0	0		Kugel
9	49	26	rechte	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	0	0		"
10	52	29	linke	24,4	23,6	24,4	23,6	23,6	0,8	1,6		Rotations-ellipsoid
11	53	39	rechte	25,3	24,3	25,3	24,3	24,3	1,0	2,0		"
12	54	36	linke	26,1	25,0	26,1	25,0	25,0	1,1	2,2		"
13	58	27	rechte	25,2	25,0	25,0	25,0	25,0	0,2	0,4		Kugel <sup>1)</sup>
14	58	27	linke	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7	0	0		"
15	61	40	rechte	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	0	0		"
16	61	40	linke	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	0	0		"
17	74	23	rechte	25,1	23,3	25,1	23,3	23,3	1,8	3,6		Rotations-ellipsoid
18	75	23	"	22,2	22,0	22,0	22,0	22,0	0,2	0,4		Kugel <sup>1)</sup>
19	75	23	linke	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	0	0		"
20	77	25	"	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	0	0		"
21	82	42	"	24,3	23,5	24,3	23,5	23,5	0,8	1,6		Rotations-ellipsoid
22	90	40	rechte	23,2	23,0	23,0	23,0	23,0	0,2	0,4		Kugel <sup>1)</sup>
23	90	40	linke	24,0	22,8	24,0	22,8	22,8	1,2	2,4		Rotations-ellipsoid
24	91	26	rechte	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	0	0		Kugel
25	91	26	linke	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	0	0		"

Wie wir aus diesen Daten ersehen, trifft man bei Frauen im Alter von 20 bis 50 Jahren dieselben beiden Formen: Rotations-ellipsoid und Kugel an, wie auch bei Männern. Von 25 Gelenken stellten zwei eine vollkommen regelrechte und unbedingte Kugelform

<sup>1)</sup> Zweifelhafte Formen, da sie im Frontalschnitt keinen Umkreis abgeben. Diese Formen können gleichfalls als Rotationsellipsoide mit unbedeutender Differenz der Halbachsen (0,2—0,3) betrachtet werden.

dar, was 48,0% ausmacht und zehn Gelenke, also 40,0%, ein Ellipsoid. Endlich gibt es, wie bei den männlichen Gelenken, solche Formen, die als Kugelform betrachtet werden, doch auch mit demselben Recht zu den Rotationsellipsoiden mit kleiner Differenz der Halbachsen  $a$  und  $b$  gerechnet werden könnten. Solcher Gelenke zählen wir drei, folglich 12,0%. Rechnet man sie zu den Ellipsoiden, so haben wir im ganzen 13 Ellipsoide oder 52,0%.

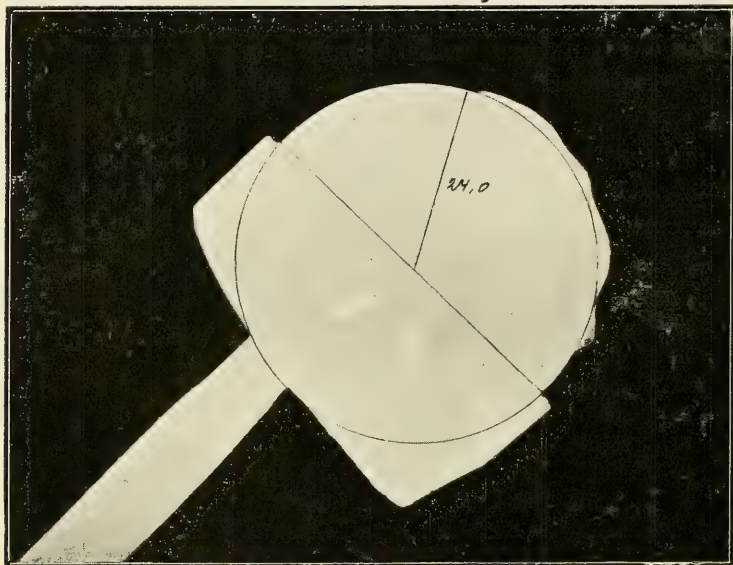


Fig. 17. Frontaldurchschnitt des Acetabulum einer Kugelform mit  $R=24,0$  mm Gelenk eines 27jährigen Mannes.

Die mittleren Grössen

im Ellipsoid — für die grosse Halbachse  $a$  24,6 mm (Achse 49,2)

— für die kleine Halbachse  $b$  23,6 mm (Achse 47,2)

in der Kugel — für den Radius 22,9 mm (Durchmesser 45,8).

Die Mittelgrössen des Radius der Kugel sind kleiner als die entsprechenden Grössen der kleinen Halbachse.

Die mittleren Grössen der Differenz zwischen den Halbachsen betragen im Ellipsoid 1,0 mm oder für die Achsen 2,0 mm, minimum 0,7 mm (0,2), maximum 1,7 mm.

Alle Masse der weiblichen Gelenkköpfe sind im Vergleich zu den männlichen geringer.



Was nun das Acetabulum anbelangt<sup>1)</sup>, so zeigt die Analyse seiner Durchschnitte eine vollkommene Kongruenz der Form mit derjenigen des Kopfes: ist der Kopf eine Kugel, stellt auch das Acetabulum eine Hohlkugel dar, ist er aber ein Ellipsoid, so haben wir auch im Acetabulum ein hohles Ellipsoid. — Die Zahlendaten, welche unten für die untersuchten Pfannen angeführt werden, sind eine Wiederholung der Masse des Kopfes.

Um mich noch mehr von der Gleichheit des Kopfes und der Pfanne zu überzeugen, legte ich ein durchsichtiges Papier mit aufgezeichneter Ellipse oder Umkreis, welche dem Charakter und Masse nach der Ellipse oder dem Umkreis des gegebenen Kopfdurchschnittes entsprachen auf den Durchschnitt der Pfanne und konstatierte stets eine erstaunliche Kongruenz.

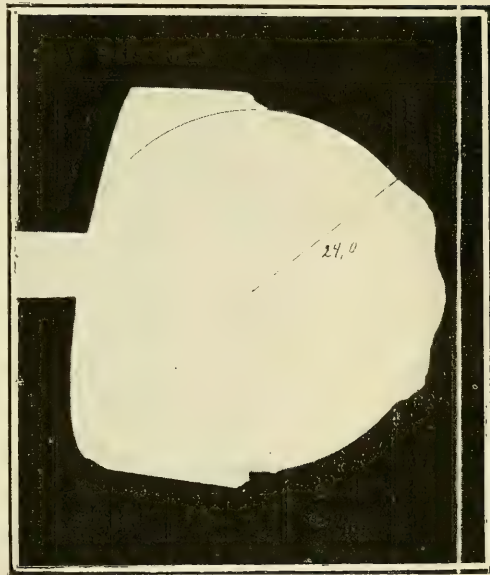


Fig. 18. Horizontaldurchschnitt des Acetabulum desselben Gelenkes der Fig. 17.

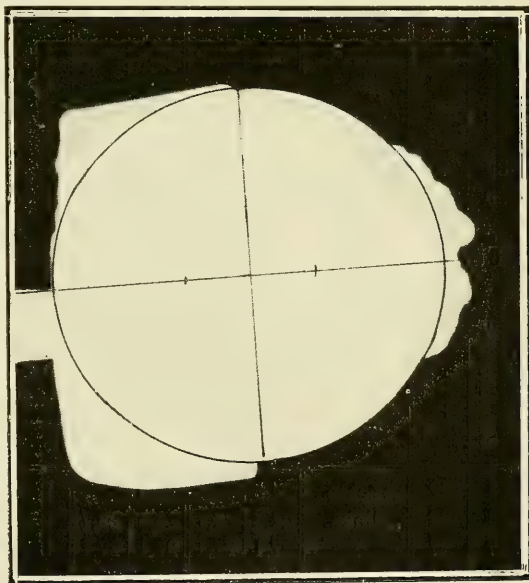


Fig. 19. Horizontaldurchschnitt des Acetabulum eines Rotationsellipsoides. Gelenk eines 30jähr. Mannes.

<sup>1)</sup> Nicht bei allen Gelenken untersucht.



Tabelle VIII (Fortsetzung).

Nummer	Nummer der Arbeit	Alter (in Jahren)	Welche Extremität	Frontalschnitt		Horizontalschnitt		Sagittalschnitt	Differenz zwischen <i>a</i> und <i>b</i>	Differenz der Achsen	Form
				<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>b</i> <i>b</i>			
8	74	23	rechte	25,1	23,3	25,1	23,3	23,3	1,8	3,6	Ellipsoid
9	75	23	"	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	0	0	Kugel
10	75	23	linke	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	0	0	"
11	77	25	"	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	0	0	"
12	82	42	"	24,3	23,5	24,3	23,5	23,5	0,8	1,6	Ellipsoid
13	90	40	rechte	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	0	0	Kugel
14	90	40	linke	24,0	22,8	24,0	22,8	22,8	1,2	2,4	Ellipsoid
15	91	26	rechte	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	0	0	Kugel
16	91	26	linke	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	0	0	"
17	61	40	rechte	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	0	0	"
18	61	40	linke	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	0	0	"

*Die Gelenkform des Menschen bis zu drei Jahren.*

Das dreijährige Alter bildet, wie oben bemerkt war, der Meinung *Schmids* nach einen Übergang zwischen dem kürzeren Gelenk, welches bis zu drei Jahren existiert, und dem verlängerten Gelenk, nach *Schmid*, die Form einer Kugel.

Die von mir untersuchten Gelenke bis zu drei Jahren erschienen denn auch wirklich im Vergleich zu den erwachsenen Gelenken in der frontalen Richtung hin verkürzt. Doch liegt dem Gelenk, wie auch bei Erwachsenen, eine bestimmte geometrische Form zugrunde. Dieselbe ist eine besondere Ellipsoidform und stellt ein gedrängtes Sphäroid dar, dessen Eigenschaften in der Gleichung  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ , wo  $b > a$ , ihren Ausdruck finden. Diese Form war bei weitem nicht in allen Gelenken vollkommen regelrecht, und die von *Werjuschsky* ausgesprochene Meinung über die grössere Unregelmässigkeit der kindlichen Gelenke trifft in gewissem Masse zu.

Aus dieser Gruppe hatte ich im ganzen 24 Gelenke, davon zwei Gelenke eines intrauterinen Foetus (7 Monate), vier Gelenke Neugeborener, acht Gelenke bis zu einem Monat, sechs bis zu einem Jahr (inklusive) und zwei Gelenke eines 2½-jährigen Knaben. Was die Untersuchungsmethode dieser Gelenke anbelangt, so muss bemerkt

werden, dass die Mehrzahl der Gelenke vor der Untersuchung fixiert wurden in ihrer Lage am Leichnam mit 10% Formalinlösung.

Die Nachgiebigkeit des Knorpels und die Leichtigkeit, mit welcher er sich deformiert, erheischen eine derartige Behandlung. Bei der anfänglichen Untersuchung ganz frischer Kinderleichen bemerkte ich, dass sich die Pfanne beim Füllen mit Gips leicht verändert und hierauf nicht so leicht ihre anfängliche Form annimmt. Weiter treten bei Exartikulation des Köpfchens und Durchtrennung des Lig. teres häufig Störungen in den Einzelteilen des Gelenkes auf.

Um letzteres zu umgehen und überzeugt zu sein, dass die Gelenkform in ihrer wahren Gestalt untersucht wird, beschloss ich, sie durch Fixierung haltbarer zu machen. Während der Formalininjektion befanden sich die Beine in etwas gebeugter (im Hüftgelenk) Haltung, welche Kindern, dank dem besonderen Zustande des Lig. iliofemorale und der Beckenbeugung (*Balandin, Sernow*) eigen ist.

Von einer Veränderung der Gelenkfläche durch Formalinfixation kann keine Rede sein, wie wir es aus einer Reihe von oben angeführten Experimenten und den Manipulationen in der Histologie ersehen. — Denn alle histologischen Untersuchungen der Jetztzeit basieren auf der Fixationsmethode, wobei unter anderem auch Formalin angewendet wird.

Auf dieser Methode der Fixation basiert weiter die Härtungsmethode der Bauch- und Brustorgane, welche nach dem Verfahren *Pirogows*<sup>1)</sup> durch Gefrieren, nach dem Verfahren *His's* und anderer Autoren<sup>2)</sup> durch Injektion härtender Flüssigkeiten bewerkstelligt wird.

Die Wirkung der Fixation machte sich bei der Analyse der Gelenkform bemerkbar. Die Durchschnitte der Pfannen kongruierten an unfixierten Objekten nicht völlig mit dem Gelenkkopf, und ihre Form war etwas verschieden.

Dagegen wiesen die Durchschnitte der fixierten Objekte eine vollkommene Kongruenz auf und waren von gleicher Form, wie der

---

<sup>1)</sup> Pirogow, N. Anatomie der Durchschnitte „Die heimatlichen Memoiren“, 1860 (russisch).

<sup>2)</sup> His, W. Über Präparate zum situs viscerum. Arch. für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Anat. Abt. 1878.



Kopf. Folglich mussten erstere zu einer irrtümlichen Schlussfolgerung über die Inkongruenz der Gelenkflächen des Kopfes und der Pfanne in diesem Alter führen, was *Schmid* denn auch tat. Er untersuchte das Gelenk eines Neugeborenen, eines zweijährigen und eines dreijährigen Kindes. Über die Form der Pfanne des Neugeborenen spricht er sich nicht aus, im Gelenk des zweijährigen Kindes fand er aber zwischen Kopf und Pfanne eine merkliche Inkongruenz<sup>1)</sup>. Darauf basierend stellt *Schmid* die Verhältnisse der Gelenkflächen bei Erwachsenen, wo er eine volle Kongruenz fand, denjenigen bei Kindern, wo seinen Daten nach keine Kongruenz existiert und die Pfanne flacher erscheint, entgegen.

Alle von mir im Alter bis zu drei Jahren untersuchten Gelenke wurden nach der optischen Methode in einer Entfernung von 2 cm vom Schirm untersucht, die kleineren der Kontrolle wegen auch vergrößert. Für alle Gelenke dieser Gruppe bekam ich sowohl im frontalen, als auch horizontalen Schnitt vollkommen regelmässige Ellipsen, deren grosse Achse aber anders als bei Erwachsenen stand. Sie verlief im Frontalschnitt mehr oder weniger perpendicular zur Konstruktionsachse des Femurhalses, und wies im Horizontalschnitt etwas nach vorne ab.

Man kann sagen, dass die Ellipse der Erwachsenen sich hier mehr oder weniger einem rechten Winkel nähert, oder dass dieses die Ellipse des Erwachsenen ist, deren kleine Achse zur grossen geworden ist, während die grosse sich verkürzt hat.

Die Grösse der Ellipsen des Frontal- und Horizontalschnittes war in

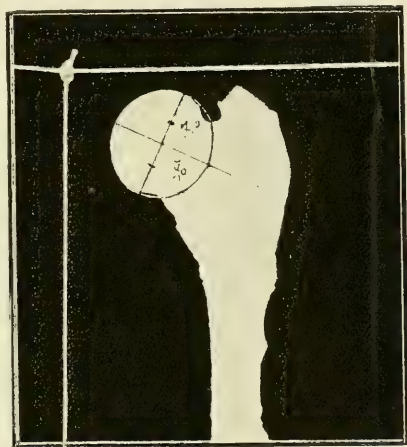


Fig. 20. Frontaldurchschnitt des Gelenk- kopfes eines Neugeborenen.

<sup>1)</sup> Man muss noch den Umstand in Betracht ziehen, dass Schmid zur Definition der Pfannenform mit gewisser Kraft weiches Wachs ins Acetabulum drückte. Natürlich musste die Form der Pfanne darunter leiden . . . .

einigen Gelenken vollkommen gleich, während in anderen die grosse Achse des horizontalen Schnittes etwas kürzer als diejenige des frontalen war.

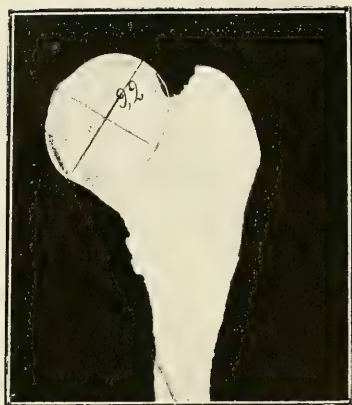


Fig. 21. Gelenkkopf eines 16-tägigen Knaben im Frontaldurchschnitt.

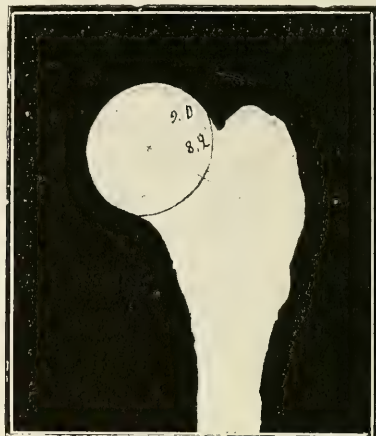


Fig. 22. Gelenkkopf eines 16-tägigen Mädchens im Frontaldurchschnitt.

Was den Sagittalschnitt anbelangt, so hatten wir in den Fällen, wo die Ellipsen der oben erwähnten Durchschnitte sich gleichen, in ihm einen völlig regelrechten Umkreis und die Form des Kopfes stellte auf solche Art ein regelrechtes gedrängtes Sphäroid dar.

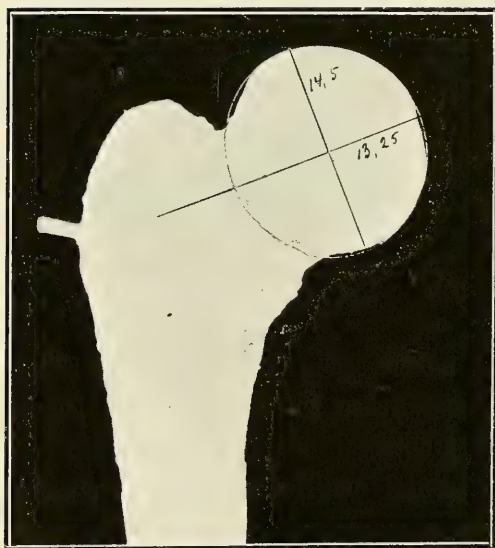


Fig. 23. Gelenkkopf eines  $2\frac{1}{2}$ -jährigen Knaben. Frontaldurchschnitt.

Dagegen bot das Bild des Sagittalschnittes in den Gelenken mit ungleichen Ellipsen im frontalen und horizontalen Schnitt einen unregelmässigen Umkreis dar, welcher in diesem oder jenem Teil etwas abgeplattet oder von oben nach unten, von hinten nach vorn etwas zusammengedrückt erschien. Die Gelenke des siebenmonatigen Foetus waren

nicht fixiert und von etwas unregelmässiger Form, mit Spuren mechanischer Einwirkung auf der Gelenkfläche. Die Form der Pfanne war regelmässiger. Leider stand mir kein anderes Objekt zur Verfügung, und ich musste mich mit diesem begnügen. Doch haben auch diese Gelenke ihren Wert und sprechen dafür, dass auch hier die Form in ihrer frontalen Richtung verkürzt erscheint. Der Durchschnitt bot das Bild einer Ellipse dar, die dem Querschnitt eines für das betreffende Alter typischen abgeflachten Sphäroides entsprach.

Die Untersuchungsergebnisse dieser Gelenkgruppe lassen sich in folgende Zahlen fassen:

Tabelle IX:

Nummer Nr. der Arbeit	Alter	Welche Extre- mität	Frontal- schnitt		Horizon- talschnitt		Sagittal- schnitt		Differenz zwischen <i>a</i> u. <i>b</i>	Differenz der Achsen	Form
			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>			
1 100	7 monatiger Fötus	rechte	4,4	4,6	4,4	4,6	4,6	0,2	0,4		Gedräng- tes unre- gelmässig. Sphäroid
2 100	„	linke	4,4	4,6	4,4	4,6	4,6	0,2	0,4		„
3 99	Knabe 4 Tage nach d. Geburt	rechte	6,7	7,4	6,7	7,3	7,4—7,3	0,7	1,4		„
4 99	„	linke	6,7	7,4	6,7	7,4	7,4	0,7	1,4		regel- mässiges
5 102	Mädchen 6 Tage alt	rechte	7,0	7,8	7,0	7,8	7,8	0,8	1,6		„
6 102	„	linke	7,0	7,8	7,0	7,6	7,8—7,6	0,8	1,6		unregel- mässiges
7 97	Knabe 16 Tage alt	rechte	8,0	9,2	8,0	9,1	9,2—9,1	1,2	2,4		„
8 97	„	linke	8,0	9,2	8,0	9,1	9,2—9,1	1,2	2,4		„
9 96	Mädchen 16 Tage alt	rechte	8,2	9,2	8,2	9,2	9,2	1,0	2,0		regel- mässiges
10 96	„	linke	8,2	9,2	8,2	9,2	9,2	1,0	2,0		„
11 98	Knabe 19 Tage alt	rechte	7,5	8,6	7,5	8,6	8,6	1,1	2,2		„
12 98	„	linke	7,5	8,6	7,5	8,6	8,6	1,1	2,2		„
13 95	Mädchen 20 Tage alt	rechte	8,0	9,0	8,0	8,8	9,0—8,8	1,0	2,0		unregel- mässiges
14 95	„	linke	8,0	9,0	8,0	8,8	9,0—8,8	1,0	2,0		„
15 85	Knabe 1 Monat alt	rechte	9,7	10,3	9,7	10,5	10,3—10,5	0,6	1,2		„
16 85	„	linke	9,7	10,3	9,7	10,5	10,3—10,5	0,6	1,2		„

Tabelle IX (Fortsetzung).

Nummer	Nr. der Arbeit	Alter	Welche Extremität	Frontalschnitt		Horizontalschnitt		Sagittalschnitt	Differenz zwischen $a$ und $b$	Differenz der Arten	Form
				$a$	$b$	$a$	$b$	$b$ $b$			
17	83	Knabe 2½ Mon. alt	rechte	7,5	8,2	7,5	8,2	8,2	0,7	1,4	regelmässiges
18	83	„	linke	7,5	8,3	7,5	8,1	8,3—8,1	0,8	1,6	unregelmässiges
19	84	Mädchen 8 Monate alt	rechte	9,0	10,2	9,0	10,1	10,2—10,1	1,2	2,4	„
20	84	„	linke	9,0	10,2	9,0	10,1	10,2—10,1	1,2	2,4	„
21	86	Mädchen 1 Jahr alt	rechte	11,0	11,8	11,0	11,8	11,8	0,8	1,6	regelmässiges
22	86	„	linke	10,8	11,6	10,8	11,6	11,6	0,8	1,6	„
23	93	Knabe 2½ Jahre alt	rechte	13,2	14,5	13,2	14,5	14,5	1,3	2,6	„
24	93	„	linke	13,2	14,5	13,2	14,5	14,5	1,3	2,6	„

Diese Daten zeigen uns, dass das dem Gelenk dieses Alters zugrunde liegende gedrängte Sphäroid sich in zehn Gelenken von 24 als regelmässig und typisch erwies, was 42% ausmacht.

In allen übrigen Fällen war es etwas verändert, indem sich eine mehr oder weniger ausgeprägte Verringerung des von oben nach unten und von hinten nach vorne verlaufenden Durchmessers bemerkbar machte. Doch ist auch hier die Grundform deutlich ausgeprägt. Im frontalen und horizontalen Durchschnitt beobachten wir stets eine Ellipse, deren grosse Achse im ersten Durchschnitt von oben nach unten und von innen nach aussen, im zweiten von vorne nach hinten und von aussen nach innen zu liegen kommt.

Auch die Bogenlinie des Sagittalschnittes kann, wenigstens in einigen Gelenken, als Ellipse betrachtet werden. So haben wir eine deutliche Ellipse dieses Durchschnittes in den Gelenken, welche in der Tabelle unter Nr. 6, 13, 14, 15, 16 vermerkt sind. Die Form dieser Gelenke kann zum Ellipsoid folgender Formel  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$ , wo  $a > b$  und  $b > c$  und die Differenz zwischen  $b$  und  $c$  verhältnismässig klein ist, zugerechnet werden. Für diese vier Gelenke beträgt die Differenz zwischen  $b$  und  $c$  0,2 mm. Die unter Nr. 3, 7, 8, 18,



19, 20 angeführten Formen sind dem Typus nach gedrängte Sphäroide, doch ist deren grössere Achse (von vorne nach hinten) auf 0,1—0,15 mm kleiner, als die entsprechende von oben nach unten verlaufende Achse des Frontalschnittes. Die Kurve ihres Sagittalschnittes ist sowohl Umkreis als Ellipse. — Wegen der unbedeutenden Differenz der Halbachsen ist es schwer, ihre Form festzustellen.

Was die Form der beiden Gelenke (Nr. 1 und 2) des Fötus anbelangt, so ist die Rede davon bereits oben gewesen.

Ihre Form ist unregelmässig, gehört aber zum Typus eines gedrängten Sphäroides. Die Form der Gelenkpfannen ist dagegen viel charakteristischer und stellt ein regelmässiges gedrängtes Sphäroid dar.

Die mittlere Grösse der Gelenkform im Alter von der Geburt bis zu einem Jahr beträgt für die Halbachsen des gedrängten Sphäroides 7,8—8,8—8,8 mm.

Die mittlere Grösse im Alter vom ersten bis dritten Jahr: 12,1—13,2—13,2 mm.

Die Differenz der Halbachsen beträgt durchschnittlich

von der Geburt bis zum ersten Jahr 0,9 mm;

vom ersten bis zum dritten Jahr 1,1 mm.

Was die Beziehung der Gelenke dieser Gruppe zur Kugelform anbelangt, so sehen wir aus dem Verhältnis ihrer Halbachsen, dass einige Gelenke dieser Form nähertreten, andere dagegen weiterstehen. Die einen sind in frontaler Richtung mehr zusammengepresst, die anderen weniger.

Tabelle X:

Numer	Verhältn- nis der kleinen Halbachse z. grossen	Numer	Verhältn- nis der kleinen Halbachse z. grossen	Numer	Verhältn- nis der kleinen Halbachse z. grossen	Numer	Verhältn- nis der kleinen Halbachse z. grossen	Numer	Verhältn- nis der kleinen Halbachse z. grossen	Numer	Verhältn- nis der kleinen Halbachse z. grossen
1	1 : 1,13	5	1 : 1,11	9	1 : 1,12	13	1 : 1,12	17	1 : 1,09	21	1 : 1,07
2	"	6	"	10	"	14	"	18	1 : 1,10	22	"
3	1 : 1,10	7	1 : 1,15	11	1 : 1,14	15	1 : 1,06	19	1 : 1,13	23	1 : 1,08
4	"	8	"	12	"	16	"	20	"	24	"

Durchschnittlich ist das Verhältnis der kleinen Halbachse zur grossen im Alter bis zu einem Jahr 1 : 1,11 und vom ersten bis dritten Jahr 1 : 1,07. Für die ganze Gruppe 1 : 1,09.

Das Acetabulum der Gelenke dieser Gruppe bietet viel Besonderheiten. Vor allem ist es in unfixiertem Zustande ziemlich nachgiebig und ändert nach Ausschälung des Kopfes verhältnismässig leicht seine Form. Weiter steht die Frage über das Verhältnis der Gelenkfläche der Pfanne zu derjenigen des Kopfes, die Frage über deren Kongruenz in engem Zusammenhang mit der Untersuchungsmethode. Bei fixierten Gelenken wird eine volle Kongruenz der Gelenkflächen konstatiert, während dieses bei unfixierten nicht immer der Fall ist.

So ist eine volle Kongruenz der Gelenke bei folgenden (fixierten) Gelenken gefunden worden: das Gipsmodell der Pfannenhöhle dieser Gelenke bot sowohl dem Charakter als auch der Form nach das volle Bild des Gelenkkopfes.

Tabelle XI:

Nummer	Nr. der Arbeit	Alter	Welche Extremität	Frontalschnitt		Horizontalschnitt		Sagittalschnitt		Differenz zwischen a. b	Differenz der Achsen
				a	b	a	b	b	b		
3	99	Knabe 4 Tage alt . .	rechte	6,7	7,4	6,7	7,3	7,4—7,3		0,7	1,4
4	99	„	linke	6,7	7,4	6,7	7,4	7,4		0,7	1,4
5	102	Mädchen 6 Tage alt .	rechte	7,0	7,8	7,0	7,8	7,8		0,8	1,6
6	102	„	linke	7,0	7,8	7,0	7,6	7,8—7,6		0,8	1,6
11	98	Knabe 19 Tage alt .	rechte	7,5	8,6	7,5	8,6	8,6		1,1	2,2
12	98	„	linke	7,5	8,6	7,5	8,6	8,6		1,1	2,2
13	95	Mädchen 20 Tage alt	rechte	8,0	9,0	8,0	8,8	9,0—8,8		1,0	2,0
14	95	„	linke	8,0	9,0	8,0	8,8	9,0—8,8		1,0	2,0
17	83	Knabe 2 $\frac{1}{2}$ Monate alt	rechte	7,5	8,2	7,5	8,2	8,2		0,7	1,4
18	83	„	linke	7,5	8,3	7,5	8,1	8,3—8,1		0,8	1,6

Von unfixierten Gelenken wiesen Nr. 16, 23 und 29 eine volle Kongruenz auf. Bei Nr. 8 wurde im Frontalschnitt eine volle Kongruenz vermerkt, während sich die Pfanne im Horizontalschnitt schmäler als der Kopf erwies, was in Wirklichkeit natürlich nicht möglich ist, und deutlich auf eine Deformation der Pfanne nach Entfernung des Kopfes hinweist. Bei Nr. 7 fehlte die Kongruenz, da die Acetabulumwandung ihre Konkavität eingebüsst hatte und abgeflacht war.

Letzteres wurde fast immer an unfixierten Gelenken beobachtet — die Knorpelwandung der Pfanne bildete eher eine gebrochene Linie als eine Konkavität. Eine derartige Veränderung wurde auch bei

Nr. 15, 21, 22 vermerkt. In den Gelenken des 16tägigen Mädchens (Nr. 9 und 10) wurde eine auch nicht ganz genaue Kongruenz der Gelenkflächen gefunden. In den Gelenken Nr. 1 und 2 stellte die Pfanne die Konturen eines regelrechten gedrängten Sphäroides dar.

Die Frage über die Kongruenz der Flächen des Hüftgelenkes im Kindesalter ist ziemlich kompliziert und wird hier nicht ausführlich behandelt, ich will nur bemerken, dass die Kongruenz häufig durch Falten im Lig. teres bedingt wird, welche einen Teil der Knorpeloberfläche um die Fossa acetabuli bedecken.

*Die menschliche Gelenkform im Alter von 3 bis 20 Jahren.*

Ich verfüge nur über wenige Gelenke dieses Alters, da solche schwer zu bekommen sind und Leichname dieses Alters am seltensten zur Anatomie gelangen.

Im ganzen zähle ich zwölf Gelenke im Alter von 6, 12, 14 und 16 Jahren. Dem Typus ihrer Form nach unterschieden sie sich von den vorhergehenden und stellten keine gedrängten Sphäroide, sondern Rotationsellipsoide dar. Gelenke im Alter von  $2\frac{1}{2}$ —6 Jahren konnte ich überhaupt nicht untersuchen.

Die Masse der Formen und deren Eigenheiten sind aus der Tabelle zu ersehen.

Tabelle XII:

Nummer	Nr. der Arbeit	Alter (in Jahren)	Welche Extre- mität	Frontal- schnitt		Horizon- talschnitt		Sagittal- schnitt		Differenz zwischen a, b	Differenz der Achsen	Form
				a	b	a	b	b	b			
1	64	6jähr. Knabe	rechte	16,8	16,5	16,8	16,5	16,5	0,3	0,6		Rotations- ellipsoid
2	64	"	linke	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	0	0		Kugel
3	87	"	rechte	15,3	14,9	15,3	14,9	14,9	0,4	0,8		Rot.-Ellipsoid
4	87	"	linke	15,4	15,1	15,4	15,1	15,1	0,3	0,6		"
5	65	12jähr. Knabe	rechte	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	0	0		Kugel
6	65	"	linke	21,1	20,8	21,1	20,8	20,8	0,3	0,6		Rot.-Ellipsoid
7	101	"	rechte	21,3	20,8	21,3	20,8	20,8	0,5	1,0		"
8	101	"	linke	21,6	21,0	21,6	21,0	21,0	0,6	1,2		"
9	88	14jähr. Knabe	rechte	24,2	23,7	24,2	23,7	23,7	0,5	1,0		"
10	88	"	linke	23,8	23,2	23,8	23,2	23,2	0,6	1,2		"
11	94	16jähr. Knabe	rechte	23,5	22,9	23,5	22,9	22,9	0,6	1,2		"
12	94	"	linke	23,5	22,9	23,5	22,9	22,9	0,6	1,2		"

Folglich haben wir hier von zwölf Gelenken zwei Kugelformen und zehn Rotationsellipsoide. Erstere machen  $16,6\%$  aus, die letzteren  $83,4\%$ .

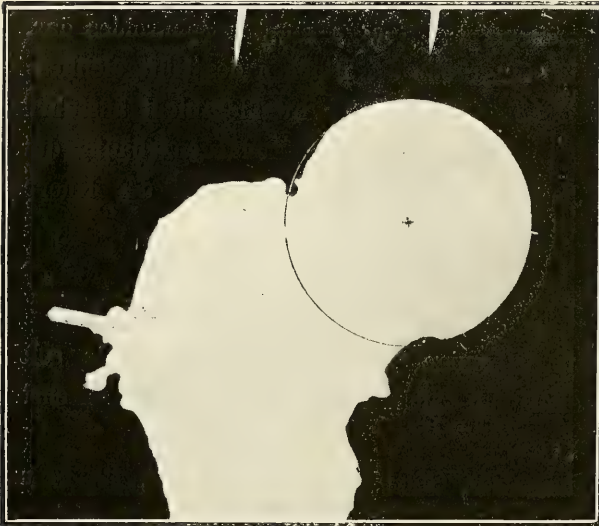


Fig. 24. Gelenk eines 6jähr. Knaben. Kugelform.

Die mittleren Masse betragen:  
für den Radius der Kugel 13,4 (im Diameter 26,8);  
im Rotationsellipsoid:  
für die grosse Halbachse 20,6 (in der Achse 41,2);  
für die kleine Halbachse 20,2 (in der Achse 40,4).

Die mittlere Differenz der Halbachsen 0,46; Minimum 0,3, Maximum 0,6.

Nimmt man das Mittel für einige Altersstufen, so erhält man:

für 6 Jahre: Kugelform 16,5;

Rotationsellipsoid

15,8—15,5—15,5;

für 12 Jahre: Kugelform 20,3;

Rotationsellipsoid

21,3—20,8—20,8;

für 14—16 Jahre: Rotationsellipsoid 23,7—23,1—23,1.

Diesen letzten Daten entnehmen wir, dass das Gelenk mit den Jahren wächst, und

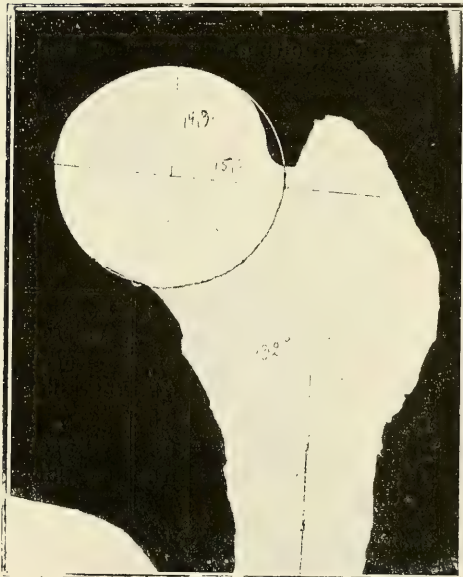


Fig. 25. Gelenk eines 6jähr. Knaben. Rotationsellipsoid.



zwar in der Richtung der grossen Halbachse. So ist die Differenz der Achsen für 6 Jahre 0,3, für 12 Jahre 0,5, für 14—16 Jahre 0,6.

Was die Gelenkpfannen in diesem Alter anbelangt, so entsprechen sie vollkommen den Gelenkköpfen. Zwischen Kopf und Pfanne existiert bei Übereinstimmung der gleichnamigen Elemente des Ellipsoides und der Kugel eine vollkommene Kongruenz.

Die Masse der Pfanne wiederholen diejenigen des Gelenkkopfes.

*Die menschliche Gelenkform nach dem 50. Jahre.*

Von solchen Gelenken wurden 18 untersucht, davon acht männliche und zehn weibliche. Die Durchschnittsmethode und die Analyse der Bogenlinien waren dieselben wie bei allen vorhergehenden Gelenken.

Für die Köpfe der männlichen Gelenke erhielt ich folgende Daten:

Tabelle XIII:

Nummer	Nummer der Arbeit	Alter (in Jahren)	Welche Extremität	Frontal-schnitt		Horizontalschnitt		Sagittalschnitt	Differenz zwischen $a$ und $b$	Differenz der Achsen	Form
				$a$	$b$	$a$	$b$	$b$ $b$			
1	43	54	rechte	28,3	27,0	28,3	27,0	27,0	1,3	2,6	Rotations-ellipsoid
2	57	60	rechte	26,4	25,6	26,4	25,6	25,6	0,8	1,6	"
3	57	60	linke	26,5	25,6	26,5	25,6	25,6	0,9	1,8	"
4	59	67	rechte	27,0	26,2	27,0	26,2	26,2	0,8	1,6	"
5	59	67	linke	26,5	25,5	26,5	25,5	25,5	1,0	2,0	"
6	79	60	rechte	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	0	0	Kugel
7	79	60	linke	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	0	0	"
8	81	51	rechte	27,4	27,0	27,4	27,0	27,0	0,4	0,8	Rot.-Ellipsoid

Für die Köpfe der weiblichen Gelenke:

Tabelle XIV:

Nummer	Nummer der Arbeit	Alter (in Jahren)	Welche Extremität	Frontal-schnitt		Horizontalschnitt		Sagittalschnitt	Differenz zwischen $a$ und $b$	Differenz der Achsen	Form
				$a$	$b$	$a$	$b$	$b$ $b$			
1	13	55	linke	25,3	24,6	25,3	24,6	24,6	0,7	1,4	Rot.-Ellipsoid
2	17	54	linke	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	0	0	Kugel
3	41	60	rechte	25,8	25,4	25,8	25,4	25,4	0,4	0,8	Rot.-Ellipsoid
4	41	60	linke	25,6	25,0	25,6	25,0	25,0	0,6	1,2	"
5	48	53	linke	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	0	0	Kugel

Tabelle XIV (Fortsetzung).

Nummer	Nummer der Arbeit	Alter (in Jahren)	Welche Extremität	Frontalschnitt		Horizontalschnitt		Sagittalschnitt	Differenz zwischen <i>a</i> und <i>b</i>	Differenz der Achsen	Form
				<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>b</i> <i>b</i>			
6	50	55	rechte	25,5	24,5	25,5	24,5	24,5	1,0	2,0	Rotations-ellipsoid
7	51	60	linke	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	0	0	Kugel
8	60	56	rechte	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	0	0	"
9	60	56	linke	22,0	21,7	22,0	21,7	21,7	0,3	0,6	Rotations-ellipsoid
10	72	60	linke	22,7	21,7	22,7	21,7	21,7	1,0	2,0	"

In dieser Gruppe von männlichen und weiblichen Gelenken stossen wir auf dieselben zwei Formen wie im Alter von 20—50 Jahren: Rotationsellipsoid und Kugel.

Auf acht männliche Gelenke fielen sechs Ellipsoide oder 75<sup>0</sup>/<sub>100</sub> und zwei Kugelformen oder 25<sup>0</sup>/<sub>100</sub>.

Auf zehn weibliche Gelenke sechs Rotationsellipsoide oder 60<sup>0</sup>/<sub>100</sub> und vier Kugelformen oder 40<sup>0</sup>/<sub>100</sub>.

Die Durchschnittsmasse der männlichen Gelenke betragen:

im Ellipsoid:

für die grosse Halbachse 27,0 mm (Achse 54,0);

für die kleine Halbachse 26,1 mm (Achse 52,2);

in der Kugel:

für den Radius 26,0 (Diameter 52,2).

Die Durchschnittsmasse der weiblichen Gelenke betragen:

im Ellipsoid:

für die grosse Halbachse 24,4 mm (Achse 48,8);

für die kleine Halbachse 23,7 mm (Achse 47,4);

in der Kugel:

für den Radius 24,0 mm (Diameter 48,0).

Die Masse der weiblichen Gelenkköpfe sind kleiner als die entsprechenden männlichen.

Die mittlere Differenz der Halbachsen beträgt in den männlichen Gelenken 0,9 mm, in den weiblichen 0,7 mm.

Die Grösse und Form des Acetabulum entspricht vollkommen denjenigen des Kopfes. Dieses entnehmen wir folgenden Zahlentabellen:

Acetabula der männlichen Gelenke:

Tabelle XV:

Nummer	Nummer der Arbeit	Alter (in Jahren)	Welche Extremität	Frontalschnitt		Horizontalschnitt		Sagittalschnitt		Differenz zwischen <i>a</i> und <i>b</i>	Differenz der Achsen	Form
				<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>			
1	43	54	rechte	23,3	27,0	28,3	27,0	27,0		1,3	2,6	Rotations-ellipsoid
2	57	60	rechte	26,4	25,6	26,4	25,6	25,6		0,8	1,6	"
3	57	60	linke	26,5	25,6	26,5	25,6	25,6		0,9	1,8	"
4	59	67	rechte	27,0	26,2	27,0	26,2	26,2		0,8	1,6	"
5	59	67	linke	26,5	25,5	26,5	25,5	25,5		1,0	2,0	"
6	79	60	rechte	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0		0	0	Kugel
7	79	60	linke	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0		0	0	"
8	81	51	rechte	27,4	27,0	27,4	27,0	27,0		0,4	0,8	Rotations-ellipsoid

Acetabula weiblicher Gelenke:

Tabelle XVI:

Nummer	Nummer der Arbeit	Alter (in Jahren)	Welche Extremität	Frontalschnitt		Horizontalschnitt		Sagittalschnitt		Differenz zwischen <i>a</i> und <i>b</i>	Differenz der Achsen	Form
				<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>			
1	41	60	rechte	25,8	25,4	25,8	25,4	25,4		0,4	0,8	Rotations-ellipsoid
2	41	60	linke	25,6	25,0	25,6	25,0	25,0		0,6	1,2	"
3	48	53	linke	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3		0	0	Kugel
4	50	55	rechte	25,5	24,5	25,5	24,5	24,5		1,0	2,0	Rotations-ellipsoid
5	60	56	rechte	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7		0	0	Kugel
6	60	56	linke	22,0	21,7	22,0	21,7	21,7		0,3	0,6	Rotations-ellipsoid
7	72	50	linke	22,7	21,7	22,7	21,7	21,7		1,0	2,0	"

Im allgemeinen stellt jedes Acetabulum die Hohlform desjenigen Rotationskörpers dar, welcher den Gelenkkopf bildet.

*Über die Form der knöchernen Grundlage der Oberfläche des menschlichen Hüftgelenkes und die Art ihrer knorpeligen Bekleidung.*

Beim Studieren der Form des menschlichen Hüftgelenkes stellte ich mir nicht allein die Aufgabe, dessen Form mit knorpeliger Bedeckung zu untersuchen, sondern wollte gleichfalls die Frage über die Form seiner knöchernen Grundlage lösen und jenen Zusammenhang finden, welcher zwischen der knöchernen und knorpeligen Oberfläche existiert.

Über diese Frage sind in der Literatur nur sehr allgemeine Angaben zu finden, welche in jedem Lehrbuch, in jedem Kursus der

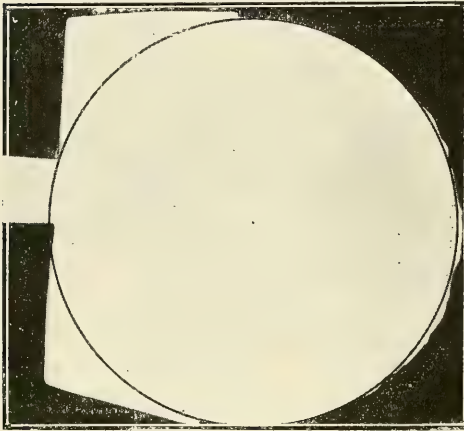


Fig. 26. Acetabulum mit Knorpelüberzug. Kugelform. Gelenk einer 37jährigen Frau. Horizontalschnitt.

Anatomie angeführt werden. Stets wird darauf hingewiesen, dass der Knorpelüberzug den Gelenkkopf derartig bekleidet, dass sich seine dickste Schicht im Bereich des konvexen Kopftheiles befindet, während der Knorpel zum Rande der Gelenkfläche hin immer dünner wird und schliesslich verschwindet.

In der Gelenkpfanne sind die Verhältnisse gerade entgegengesetzt. Welcher Art die Form des Knochens ohne Knorpelüberzug ist, und wie dieser

Knorpel die Form der Gelenkoberfläche verändert, darüber sind keine Daten vorhanden.

Walter<sup>1)</sup> z. B. hält den Kopf des Hüftgelenks mit Knorpelüberzug für eine Kugel, ohne denselben für ein Ellipsoid.

Bardeleben<sup>2)</sup> dagegen sagt, seine Daten über die Form des Gelenkkopfes anführend, daß er dieselben bei der Messung des trockenen Knochens, wo der Knorpel-

<sup>1)</sup> Walter, A. Kursus der Anatomie des menschlichen Körpers. Kiew 1885. S. 102 (russisch).

<sup>2)</sup> Bardeleben, K. v. Lehrbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Berlin 1906. S. 281.



überzug eingeschrumpft war, erhalten habe; den Einfluss des Knorpels auf die Form des Gelenkes augenscheinlich ignorierend, hält er es unter diesen Bedingungen für möglich, die Gelenkoberfläche als Oberfläche eines Kugelabschnittes zu betrachten.

Der die Oberfläche des Hüftkopfes bedeckende Knorpel ist, der Meinung der Gebr. *Weber*<sup>1)</sup> nach, an der Stelle des höchsten Druckes am dicksten.

*Tillaux* meint, sich über den Knorpel des Gelenkkopfes aussprechend, dass das Zentrum der sphärischen Oberfläche mit einer dickeren Knorpelschicht bekleidet ist, als die Peripherie<sup>2)</sup>, d. h. er wiederholt die in der Wissenschaft festgestellte Meinung über den Gelenkknorpel des Gelenkkopfes. Dieselbe festgestellte Meinung spricht er über den Knorpel des Acetabulum aus; am Rande der Pfanne ist der Knorpel dicker, nimmt in der Richtung zum Zentrum ab, und verschwindet im Zentrum selbst vollständig. Nach *Bardeleben*<sup>3)</sup> nimmt die Dicke des Knorpels des Femurkopfes vom Zentrum zur Peripherie hin ab, am dicksten ist er ungefähr 1 cm nach vorne, und unterhalb von der Mitte, und zwar beträgt er da 2,2—3,7 mm; am oberen hinteren Rande ist der Knorpel 1 mm dick, unten vorne 1,9 mm.

Zur Lösung der Frage über die Form der vom Knorpelbefreiten Knochenoberfläche und die Art, wie der Knorpel letztere bekleidet, bediente ich mich derselben optischen Methode, und untersuchte anfangs den frischen Knochen mit Knorpelüberzug und darauf nach dessen Mazeration denselben Knochen ohne Knorpelbedeckung.

Es wurden sowohl im ersten wie im zweiten Falle ganz gleiche Durchschnitte in den drei Koordinatenflächen gemacht. Um über die Lage des Knorpels richtig urteilen zu können, wurden in den Knochen,

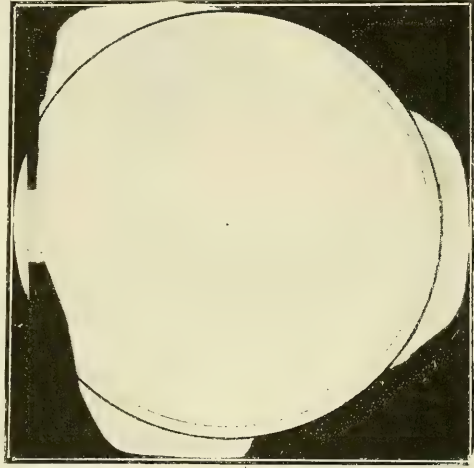


Fig. 27. Acetabulum ohne Knorpelüberzug. Kugelform von grösserem Diameter. Eingeschrieben die Kugel des Knorpelüberzuges. Gelenk einer 37jährigen Frau. Horizontalschnitt.

<sup>1)</sup> Weber, W. u. E. *Mechanik der menschlichen Gewerkezeuge*. Göttingen 1836. S. 133.

<sup>2)</sup> Tillaux, P. *Traité d'anatomie topographique avec applications à la chirurgie*. 3<sup>me</sup> édition. Paris.

<sup>3)</sup> Nach den Daten von Heinrich Werner.

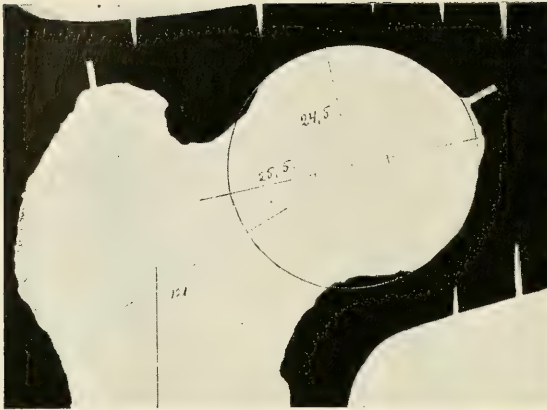


Fig. 28. Frontalschnitt.

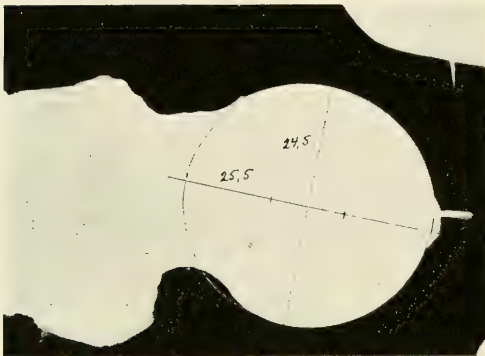


Fig. 29. Horizontalschnitt.

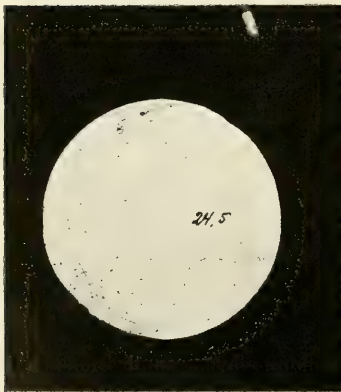


Fig. 30. Sagittalschnitt.

in die Fovea capitis und den Trochanter major, Stahlstifte eingeschlagen. — Danach wurde die Aufnahme des vom Knorpelüberzug befreiten Knochens auf diejenige des mit dem Knorpel bedeckten Knochens derartig aufgelegt, dass die Stiften miteinander kongruierten. Auf diese Weise konnte man die Knorpelschicht deutlich sehen, ausmessen und über die Art ihrer Anpassung urteilen.

Die Form der knöchernen Gelenkoberfläche wurde nach dem oben angeführten Verfahren der Kurvenanalyse in den erhaltenen Durchschnitten ausgeführt.

Die dabei erhaltenen Resultate waren äusserst unerwartet und im höchsten Grade interessant.

Es erwies sich, dass die Gelenkform des Knochens *ohne* Knorpelüberzug dieselbe geometrische Figur

Fig. 28—30 Rotationsellipsoid eines Femurkopfes mit dem Knorpelüberzug.

Gelenk einer 55jährigen Frau.

hat wie *mit* Knorpelbekleidung: Ellipsoid bleibt Ellipsoid, Kugel bleibt Kugel.

Sich nur durch die Grösse unterscheidend, stimmen sie vollkommen miteinander überein und geben bei Kongruenz der Zentren und entsprechendem Diameter konzentrische Flächen ab.

Das Verhältnis zwischen der knöchernen und knorpeligen Form äussert sich in den untersuchten Gelenkköpfen auf folgende Weise:

Tabelle XVII:

Nummer	Nummer der Arbeit	Bezeichnung	Welche Extremität	Form des Kopfes mit Knorpel-überzug			Form des Kopfes ohne Knorpel-überzug			Differenz der Formen in den Halbachsen		Maximale Dicke des Knorpels bei unmittelbarer Messung
				a	b	b	a	b	b	a-a	b-b	
1	40	Mann 35 J.	rechte	27,5	26,6	26,6	26,3	25,5	25,5	1,2	1,1	2,8
2	40	Mann 35 J.	linke	27,6	26,8	26,8	26,3	25,6	25,6	1,3	1,2	3,0
3	42	Mann 40 J.	rechte	28,7	27,2	27,2	27,0	25,5	25,5	1,7	1,7	3,2
4	45	Mann 26 J.	rechte	27,5	26,5	26,5	26,2	25,2	25,2	1,3	1,3	2,6
5	45	Mann 26 J.	linke	27,4	26,4	26,4	26,0	25,0	25,0	1,4	1,4	2,6
6	46	Mann 40 J.	rechte	25,0	24,0	24,0	23,6	22,6	22,6	1,4	1,4	2,8
7	55	Mann 47 J.	rechte	26,5	26,5	26,5	24,5	24,5	24,5	1,0	1,0	3,5
8	56	Mann 43 J.	linke	25,5	24,4	24,4	24,0	23,0	23,0	1,5	1,4	2,8
9	44	Frau 32 J.	rechte	24,5	23,7	23,7	23,5	22,7	22,7	1,0	1,0	2,5
10	44	Frau 32 J.	linke	24,5	23,7	23,7	23,4	22,5	22,5	1,1	1,2	2,5
11	47	Frau 37 J.	linke	27,1	27,1	27,1	25,5	25,5	25,5	1,6	1,6	2,8
12	49	Frau 26 J.	rechte	22,0	22,0	22,0	21,0	21,0	21,0	1,0	1,0	2,7
13	52	Frau 29 J.	linke	24,4	23,6	23,6	23,3	22,4	22,4	1,1	1,2	3,2
14	53	Frau 39 J.	rechte	25,3	24,3	24,3	24,3	23,4	23,4	1,0	0,9	2,8
15	54	Frau 36 J.	linke	26,1	25,0	25,0	25,1	24,0	24,0	1,0	1,0	2,5
16	41	Frau 60 J.	rechte	25,8	25,4	25,4	24,7	24,1	24,1	1,1	1,3	3,0
17	41	Frau 60 J.	linke	25,6	25,0	25,0	24,3	23,5	23,5	1,3	1,5	3,2
18	48	Frau 53 J.	linke	25,3	25,3	25,3	24,2	24,2	24,2	1,1	1,1	2,8
19	50	Frau 55 J.	rechte	25,5	24,5	24,5	24,2	23,2	23,2	1,3	1,3	3,0
20	51	Frau 60 J.	linke	25,5	25,5	25,5	24,8	24,8	24,8	0,7	0,7	2,5
21	43	Mann 54 J.	rechte	28,3	27,0	27,0	26,6	25,3	25,3	1,7	1,7	3,5
Mittel				25,9	25,2	25,2	24,7	23,9	23,9	1,23	1,24	2,87

Dieselben Verhältnisse für die Gelenkpfannen:

Tabelle XVIII.

Nummer	Nummer der Arbeit	Bezeichnung	Welche Extremität	Form des Aceta- bulum mit Knor- pelüberzug			Form des Aceta- bulum ohne Knorpelüberzug			Differenz der Formen der Pfannen in den Halbachsen		Differenz d. knöcher- nen Formen in den Halbachsen	
				a	b	b	a	b	b	a—a	b—b	a	b
1	40	Mann 35 J.	rechte	27,5	26,6	26,6	28,9	28,0	28,0	1,4	1,4	2,6	2,5
2	40	Mann 35 J.	linke	27,6	26,8	26,8	29,0	28,3	28,3	1,4	1,5	2,7	2,7
3	42	Mann 40 J.	rechte	28,7	27,2	27,2	30,2	28,7	28,7	1,5	1,5	3,2	3,2
4	45	Mann 26 J.	rechte	27,5	26,5	26,5	28,6	27,5	27,5	1,1	1,0	2,4	2,3
5	45	Mann 26 J.	linke	27,4	26,4	26,4	28,6	27,5	27,5	1,2	1,1	2,6	2,5
6	46	Mann 40 J.	rechte	25,0	24,0	24,0	26,2	25,2	25,2	1,2	1,2	2,6	2,6
7	56	Mann 43 J.	linke	25,5	24,4	24,4	26,8	25,6	25,6	1,3	1,2	2,8	2,6
8	44	Frau 32 J.	rechte	24,5	23,7	23,7	25,7	24,8	24,8	1,2	1,1	2,2	2,1
9	44	Frau 32 J.	linke	24,5	23,7	24,7	25,6	24,8	24,8	1,1	1,1	2,2	2,3
10	47	Frau 37 J.	linke	27,1	27,1	27,1	28,5	28,5	28,5	1,3	1,3	2,9	2,9
11	43	Mann 54 J.	rechte	28,3	27,0	27,0	29,7	28,3	28,3	1,4	1,3	3,1	3,0
12	41	Frau 60 J.	rechte	25,8	25,4	25,4	26,9	26,5	26,5	1,1	1,1	2,2	2,4
13	41	Frau 60 J.	linke	25,6	25,0	25,0	26,9	26,3	26,3	1,3	1,3	2,6	2,8
14	48	Frau 53 J.	linke	25,3	25,3	25,3	26,4	26,4	26,4	1,1	1,1	2,2	2,2
Mittel				26,4	25,6	25,6	27,7	26,8	26,8	1,25	1,22	2,59	2,58

Das Mittel für dieselben Köpfe mit Knorpelüberzug 26,4—25,6—25,6 mm.

Das Mittel für dieselben Köpfe ohne Knorpelüberzug 25,1—24,2—24,2 mm.

Beim Vergleichen der Zahlendaten der Formen der knöchernen und knorpeligen Gelenkteile erhält man:

für die knöcherne Pfanne 27,7—26,8—26,8 mm;

für die knorpelige Form 26,4—25,6—25,6 mm

(des Kopfes und der Pfanne);

für den knöchernen Kopf 25,1—24,2—24,2 mm.

Diese drei Formen unterscheiden sich durch eine bestimmte Grösse, welche in den Dimensionen ihrer Halbachsen ausgeprägt ist. Hält man alle hier beobachteten Abweichungen für Messungsfehler, da sie sich gerade in den Grenzen derselben befinden (0,1—0,2 mm), so kann man annehmen, dass sich alle Halbachsen dieser Formen um ein und



dieselbe Dimension vergrössern oder verkleinern<sup>1)</sup>. Folglich müssen diese drei Formen als drei einander identische Formen betrachtet werden — beim Rotationsellipsoid als drei identische Ellipsoide, bei der Kugelform als drei identische Kugeln.

Von ihnen gehört die grössere Form der knöchernen Pfanne, die kleinere dem knöchernen Kopf und die mittlere dem Knorpelüberzug beider oder der Form der kongruierenden Gelenkflächen an.

Beim Ausrechnen der Differenz der Halbachsen und Radien dieser Formen und beim Vergleichen dieser Differenz mit der Dicke des Knorpelüberzuges an dessen ent-

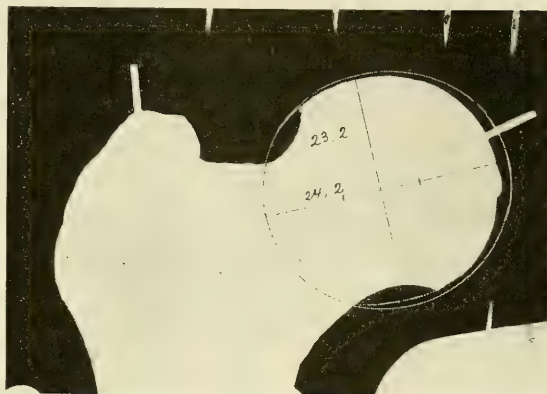


Fig. 31. Frontalschnitt.

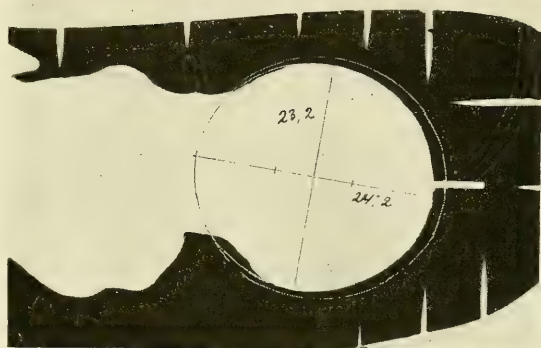


Fig. 32. Horizontalschnitt.

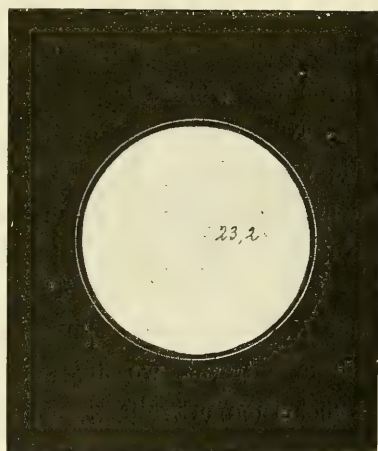


Fig. 33. Sagittalschnitt.

<sup>1)</sup> Dieses findet seine Bestätigung in den Daten der einzelnen Gelenke und dem Mittel der Differenz der Halbachsen der knöchernen Kopfform mit deren Knorpelüberzug (1,25—1,22, siehe Tabelle XVII).

Fig. 31—33 Rotationsellipsoid eines Femurkopfes ohne den Knorpelüberzug und das Verhältnis dieses Ellipsoids zum Ellipsoid des Femurkopfes mit Knorpelüberzug.

Gelenk einer 55 jährigen Frau.

wickelster Stelle lässt sich folgendes interessante Faktum feststellen. Es erweist sich nämlich, dass die Differenz der Halbachsen aller drei paarweise (knöcherne und knorpelige) genommenen Formen ungefähr die Hälfte der Dimensionen des Knorpelüberzuges eines jeden Paares im Gebiet seiner stärksten Entwicklung ausmacht.

Faktisch beträgt die Differenz der Halbachsen:

der grösseren und mittleren Form in mm: 1,3—1,2—1,2

der mittleren und kleineren Form in mm: 1,3—1,4—1,4

Die Summe: 2,6—2,6—2,6

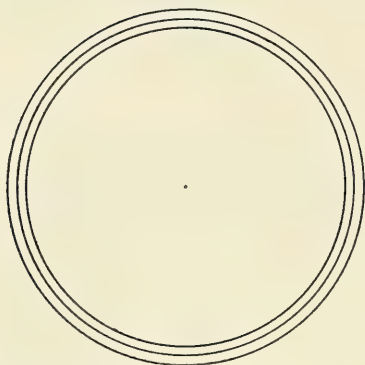


Fig. 34. Verhältnis der Form der knöchernen Pfanne (äussere Bogenlinie) des Knorpelüberzuges (mittlere) und des knöchernen Kopfes (innere).

Die mittlere Dicke des Knorpels beträgt für dieselben Formen 2,8 mm.

Alle diese Daten weisen gleichzeitig daraufhin, dass sich die Kurve der Oberfläche der knorpeligen Gelenkform zur Kurve der Oberfläche der knöchernen Gelenkform folgendermassen verhält: im Gebiete der Kongruenz der Gelenkflächen dagegen tritt sie am Kopf um die Summe der Differenz der Halbachsen  $a + a$  hervor, während sie an der Pfanne um diese Grösse zurückbleibt.

Unter diesen Bedingungen erhält man das Bild, welches in der Art der Bekleidung der Gelenkoberfläche durch den Knorpel beobachtet wird und welches in allen Kursen und Lehrbüchern der Anatomie beschrieben ist.

Nur durch dieses Verhältnis der Gelenkoberflächen kann man die vollkommen richtigen Daten *Bardelebens*, *H. Werners*<sup>1)</sup> erklären, denen nach die Dicke des Knorpels an dessen oberem Rande am Kopfe geringer als unten ist.

Der obere Abschnitt des Kopfes nimmt das grössere Segment der Kugel oder des Ellipsoides ein und deshalb ist er mehr von der Stelle entfernt, wo die knorpelige Form am bedeutendsten über der knöchernen prävaliert, und seine Schicht ist dünner; der untere Ab-

<sup>1)</sup> Werner, H. Die Dicke der menschlichen Gelenkknorpel. Inaugural-Dissertation. Berlin.

schnitt ist kürzer, nimmt das kleinere Segment der Kugel oder Ellipsoides ein, befindet sich näher zu der Stelle, wo die knorpelige Form am bedeutendsten über der knöchernen hervortritt und ist deshalb dicker.

*Einige menschliche Gelenkformen ohne Knorpelüberzug.*

Nachdem ich festgestellt hatte, dass die knöcherne Gelenkform der knorpeligen Form vollkommen entspricht und sich von derselben nur durch eine bestimmte Grösse unterscheidet und dass sie einen ähnlichen kleineren Rotationskörper darstellt, dessen Halbachsen um die Hälfte der maximalen Dicke des Knorpels gekürzt sind, beschloss ich, noch eine Reihe von Femurköpfen ohne Knorpelüberzug zu untersuchen, um damit die Zahl der untersuchten Formen zu vergrössern und mich noch mehr von der Identität der knöchernen und knorpeligen Form zu überzeugen. Im ganzen wurden 33 Knochen untersucht.

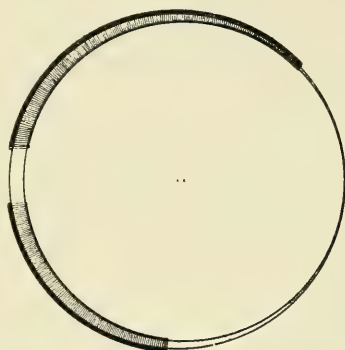


Fig. 35. Gestalt des Knorpelüberzuges des Kopfes.

Für die Gelenkköpfe männlicher Objekte im Alter von 20 bis 30 Jahren erhielt ich:

Tabelle XIX.

Nummer	Nummer der Arbeit	Alter (in Jahren)	Welche Extremität	Frontal-schnitt		Horizontalschnitt		Sagittalschnitt		Differenz zwischen a und b	Differenz der Achsen	Form
				a	b	a	b	b	b			
1	1	25	rechte	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	0	0		Kugel
2	1	25	linke	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	0	0		"
3	6	30	linke	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	0	0		"
4	7	24	rechte	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	0	0		"
5	7	24	linke	24,4	23,6	24,4	23,6	23,6	1,8	1,6		Rotations-ellipsoid
6	20	37	linke	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	0	0		Kugel
7	22	30	rechte	25,0	24,0	25,0	24,0	24,0	1,0	2,0		Rot.-Ellipsoid
8	24	27	rechte	24,8	24,2	24,8	24,2	24,2	0,6	1,2		"
9	26	20	rechte	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	0	0		Kugel
10	29	35	rechte	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	0	0		"
11	30	20	rechte	24,4	23,2	24,4	23,2	23,2	1,2	2,4		Rot.-Ellipsoid
12	33	38	rechte	24,5	23,6	24,5	23,6	23,6	0,9	1,8		"

Für die weiblichen Femurköpfe des gleichen Alters:

Tabelle XX.

Nummer	Nummer der Arbeit	Alter (in Jahren)	Welche Extremität	Frontal-schnitt		Horizontalschnitt		Sagittalschnitt		Differenz zwischen $a$ und $b$	Differenz der Achsen	Form
				$a$	$b$	$a$	$b$	$b$	$b$			
1	9	57	linke	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	0	0		Kugel
2	10	22	linke	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	0	0		"
3	12	20	linke	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	0	0		"
4	25	22	rechte	22,3	21,9	22,3	21,9	21,9	0,4	0,8		Rotations- ellipsoid
5	27	39	rechte	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	0	0		Kugel
6	28	25	rechte	22,5	22,2	22,5	22,2	22,2	0,3	0,6		Rotations- ellipsoid

Im Alter nach 50 Jahren für männliche Gelenke:

Tabelle XXI.

Nummer	Nummer der Arbeit	Alter (in Jahren)	Welche Extremität	Frontal-schnitt		Horizontalschnitt		Sagittalschnitt		Differenz zwischen $a$ und $b$	Differenz der Achsen	Form
				$a$	$b$	$a$	$b$	$b$	$b$			
1	4	61	rechte	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	0	0		Kugel
2	4	61	linke	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	0	0		"
3	5	60	rechte	25,8	24,5	25,8	24,5	24,5	1,3	2,6		Rotations- ellipsoid
4	5	60	linke	25,9	24,7	25,9	24,7	24,7	1,2	2,4		"
5	8	77	rechte	24,2	23,3	24,2	23,3	23,3	0,9	1,8		"
6	8	77	linke	23,8	23,0	23,8	23,0	23,0	0,8	1,6		"
7	11	65	linke	24,2	23,2	24,2	23,2	23,2	1,0	2,0		"
8	14	78	rechte	24,8	24,0	24,8	24,0	24,0	0,8	1,6		"
9	14	78	linke	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	0	0		Kugel
10	15	65	rechte	23,8	23,3	23,8	23,3	23,3	0,5	1,0		Rotations- ellipsoid
11	15	65	linke	23,8	23,3	23,8	23,3	23,3	0,5	1,0		"



Für weibliche Gelenke:

Tabelle XXII.

Nummer	Nummer der Arbeit	Alter (in Jahren)	Welche Extremität	Frontalschnitt		Horizontalschnitt		Sagittalschnitt		Differenz zwischen <i>a</i> und <i>b</i>	Differenz der Achsen	Form
				<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>			
1	2	51	linke	24,2	23,3	24,2	23,3	23,3		0,9	1,8	Rotationsellipsoid
2	16	70	rechte	23,3	22,4	23,3	22,4	22,4		0,9	1,8	„
3	16	70	linke	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0		0	0	Kugel

Aus diesen Tabellen ersieht man, dass im allgemeinen dasselbe Bild wie bei den oben beschriebenen Gelenken mit Knorpelüberzug erhalten wird. Überall findet man dieselben zwei Formen: Rotationsellipsoid und Kugel.

Auf zwölf männliche Gelenke im Alter von 20—50 Jahren kamen fünf Rotationsellipsoide, d. h. 41,6% und sieben Kugelformen oder 58,3%.

Auf sechs weibliche Gelenke desselben Alters kamen zwei Ellipsoide (der Kugelform nahestehend) oder 33,3% und vier Kugelformen oder 66,6%.

Von elf männlichen Gelenken im Alter von 50 Jahren waren acht Rotationsellipsoide, also 72,7% und drei Kugeln oder 27,3%.

Von drei weiblichen Gelenken dieses Alters waren zwei Rotationsellipsoide oder 66,6% und eine Kugelform oder 33,3%.

Die mittlere Grösse der Formen im Alter von 20—50 Jahren betrug: für die männlichen Gelenke: Kugelform 24,4 mm,

Rotationsellipsoid 24,6—23,7—23,7 mm,

Differenz der Halbachsen des Ellipsoides 0,9 mm;

für die weiblichen Gelenke: Kugelform 22,0 mm,

Rotationsellipsoid 22,4—22,0—22,0 mm,

Differenz der Halbachsen des Ellipsoides 0,4 mm.

Die mittlere Grösse der Gelenkformen nach 50 Jahren betrug: für die männlichen Gelenke: Kugelform 23,0 mm,

Rotationsellipsoid 23,7—22,8—22,8 mm,

Differenz der Halbachsen des Ellipsoides 0,9 mm.

Wenn man nun annimmt, dass die knorpelige Form durchschnittlich um 1,3 mm grösser sein muss, so resultiert:

für die männlichen Gelenke im Alter von 20—50 Jahren:

Kugelform 25,7 mm,

Ellipsoid 25,9—25,0—25,0 mm;

für die weiblichen Gelenke dieses Alters:

Kugelform 23,3 mm,

Ellipsoid 23,7—23,3—23,3 mm;

für die männlichen Gelenke nach 50 Jahren:

Kugelform 26,2 mm,

Rotationsellipsoid 25,8—24,9—24,9;

für die weiblichen Gelenke dieses Alters:

Kugelform 24,3 mm,

Ellipsoid 25,0—24,1—24,1.

Diese Dimensionen sind für das Ellipsoid etwas kleiner als diejenigen, welche für die Gelenkform mit Knorpelüberzug erhalten wurden und etwas grösser als die Dimensionen der Kugelform oder mit derselben übereinstimmend.

Ausserdem hatte ich in der Stadt Woronjesch Gelegenheit, einen männlichen Femurknochen aus dem Grabe der Zeiten Peters des Grossen zu untersuchen. Seiner Form nach war es ein typisches Rotationsellipsoid. Seine Dimensionen betrugen: 25,0—24,2—24,2 mm.

#### *Das Quantitätsverhältnis der Formen in den untersuchten Gelenken.*

Aus dem oben angeführten Material ersieht man, dass im menschlichen Hüftgelenk drei Formen angetroffen werden: die Form eines gedrängten Sphäroides, einer Kugel und eines Rotationsellipsoides.

Auf 146 untersuchte Gelenke kamen 96 Ellipsoidformen, die Sphäroide mit eingerechnet, oder 65,6%.

Rechnet man hierzu noch diejenigen fragwürdigen Formen, welche zu den Kugeln gezählt wurden, die aber mit weit grösserem Rechte als Ellipsoide mit unbedeutender Differenz der Halbachsen betrachtet werden können, so wird die Zahl der Ellipsoide steigen und deren Prozentsatz über 70% ausmachen.

Wenn man aber die Form des gedrängten Sphäroides weglässt, d. h. die kindlichen Gelenke bis zum dritten Jahre ausser acht lässt, oder besser gesagt, wenn man nur die Gelenkformen vom sechsten Jahre an in Betracht zieht, so erweist es sich, dass auf 120 Gelenke 70 Rotationsellipsoide, d. h. 58,3%, und mit fragwürdigen Formen über 60% fallen.

Für die männlichen Gelenke dieser Periode kamen auf 76 Gelenke 50 Ellipsoide oder 65,5%.

Für die weiblichen Gelenke auf 44 Formen 20 Ellipsoide oder 45,4%.

#### IV. Ergebnisse und Schlussfolgerungen.

##### *Die Grundform des menschlichen Hüftgelenkes und deren Typen.*

Auf Grund aller Daten, welche ich bei der Untersuchung des menschlichen Hüftgelenkes erhielt, muss man zur Schlussfolgerung gelangen, dass den Formen dieses Gelenkes ein Ellipsoid zugrunde liegt, welches bald die eine, bald die andere spezielle Gestalt annimmt, am häufigsten diejenige eines Rotationskörpers: gedrängtes Sphäroid, Kugel und Rotationsellipsoid.

Das Recht auf solch eine Schlussfolgerung geben mir einerseits die Untersuchungsfakta, andererseits die Daten der analytischen Geometrie.

Ellipsoid heisst in der analytischen Geometrie<sup>1)</sup> jede zentrale Oberfläche zweiten Ranges, welche der Gleichung  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$  entspricht. Die Durchschnitte des Ellipsoides in den drei Koordinatenflächen und in den diesen letzteren parallel verlaufenden Flächen ergeben Ellipsen.

Das Rotationsellipsoid wird als eine spezielle Form des Ellipsoides betrachtet, dessen Eigenschaften in der Gleichung  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1$  ihren Ausdruck finden.

<sup>1)</sup> Alexejew, W., Prof. Kurzer Kursus der analytischen Geometrie. Dorpat 1902. S. 190.

Es ist ein Ellipsoid, in dem  $b$  und  $c$  gleich geworden sind und wo  $a > b$ . Solch eine Form ergibt beim Durchschnitt in zwei Koordinatenflächen und in den diesen letzteren parallelen Flächen Ellipsen, in der dritten Koordinatenfläche dagegen einen Umkreis, als spezieller Fall einer Ellipse.

Das gedrängte, oder wie *Alexejew* es nennt, abgeplattete Rotationsellipsoid entspricht derselben Gleichung, in welcher jedoch  $a$  nicht grösser, sondern kleiner als  $b$  ist.

Was die Kugel oder Sphäre anbetrifft, so wird sie in der Geometrie gleichfalls als spezieller Fall eines Ellipsoides oder Rotationsellipsoides betrachtet, wo alle Achsen und Halbachsen einander gleichen, wo  $a = b = c$ , deren Gleichung  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{a^2} = 1$  oder  $x^2 + y^2 + z^2 = a^2$ .

Als Beweis dafür, dass dem menschlichen Hüftgelenk ein Ellipsoid zugrunde liegt, gelten die kindlichen Gelenke, in denen in der Mehrzahl der Fälle gerade diese Form beobachtet wird. Die Form des gedrängten Sphäroides erscheint hier gleichsam von oben nach unten, von hinten nach vorn abgeplattet und gibt in den drei Koordinatenflächen Ellipsen.

Ein treffendes Beispiel der Ellipsoidform im menschlichen Hüftgelenk lieferte mir das Gelenk einer Frau mit scharf ausgeprägten Erscheinungen einer Arthritis deformans im anderen Gelenk.

Dieses Gelenk (das rechte) ergab in allen Durchschnitten der Koordinatenflächen Ellipsen, jedoch mit verschiedenen Achsen.

Sein Aussehen und seine Dimensionen sind 21,3—24,0—23,0 mm.

Dem Typus nach stand es dem gedrängten Sphäroid des Kindes nahe.

Das nämliche Bild eines Ellipsoides mit Ellipsen in allen Durchschnitten der drei Koordinatenflächen lieferte mir das rechte Gelenk eines gespaltenen Beckens (ein Fall von *Dr. Pisemsky*). Es stand seinem Typus nach dem gedrängten Sphäroid des Kindes gleichfalls nahe. Dessen Halbachsen sind 21,5—18,3—20,3 mm.

Weiter fand ich von 120 Gelenken in zwei oder drei Fällen im Alter von sechs Jahren, dass die kleine Achse des Horizontalschnittes



nicht mit der entsprechenden Achse des Frontalschnittes kongruierte und dass der Umkreis des Sagittalschnittes etwas von vorn nach hinten abgeplattet war. Da jedoch diese Differenz äusserst unbedeutend war und sich in den Grenzen der Messungsfehler (0,1—0,2 mm) befand, so schenkte ich ihr keine Beachtung. Möglicherweise ist dieses eine Abweichung der Rotationsellipsoidform annähernd dem Ellipsoid, doch eine Abweichung, welche sich ausserhalb der Exaktheit der Untersuchungsmethode befindet.

Dass die Kugel im menschlichen Hüftgelenk nicht zu dessen Grundform gehört, sondern eine spezielle Form des Ellipsoides bildet dafür spricht das Faktum seiner Erscheinung nach der Form des gedrängten Sphäroides und seines Überganges beinahe in 60% wiederum in der Form des Ellipsoides — nämlich des Rotationsellipsoides.

Obgleich ich keine Gelenkformen im Alter von zwei bis sechs Jahren besitze, so sprechen die Daten *Schmids*, welche sich auf das Gelenk eines dreijährigen Kindes beziehen und der Charakter selbst der Gelenkformen im Alter von  $2\frac{1}{2}$ —6 Jahren dafür, dass die Gelenkform in diesem Alter der Kugelform am nächsten steht.

Die Beziehungen der Halbachsen (Tab. X) zeigen, dass die Form im frühen Kindesalter mehr in frontaler Richtung abgeflacht ist, danach dehnt sie sich in dieser Richtung aus und nähert sich der Kugelform. Nach sechs Jahren behält das Gelenk entweder die Form der Kugel bei fürs ganze Leben oder aber, es dehnt sich mehr oder weniger weiter in frontaler Richtung, in die Form eines Rotationsellipsoides übergehend.

Selbst wenn man aus Mangel an Material keine Schlussfolgerung über die Formen im Alter von  $2\frac{1}{2}$ —6 Jahren zieht, so muss man doch die Kugelform im Hüftgelenk in den Fällen als Übergangsform betrachten, wo das gedrängte Sphäroid des einzelnen Individuums sich zum Rotationsellipsoid umgestaltet. Auf andere Weise lässt sich der Übergang der kindlichen Gelenkform in diejenige des Erwachsenen keineswegs erklären.

Ein weiteres Recht, das Ellipsoid als Grundform des menschlichen Hüftgelenkes zu betrachten, gibt mir derjenige Umstand, dass die Kugelform im Kindesalter nicht vorkommt, während im späteren

Alter das Ellipsoid vorherrschend ist. — Schon *Morosow* wies darauf hin, dass das Gelenk im späteren Alter vom 35.—40. Jahr an die Gestalt eines Rotationskörpers annimmt.

Leider kann ich hier nicht über diejenigen Fakta sprechen, welche ich schon erlangt, doch noch nicht mitgeteilt habe — ich meine hiermit die Form des Hüftgelenkes von Tieren. Ich könnte die Daten dieser Gelenke und deren Grundform in Betracht ziehend, mit noch grösserem Recht über das Ellipsoid, welches eine phylogenetische und ontogenetische Entwicklung durchmacht, als die Grundform des Hüftgelenkes im allgemeinen sprechen.

Schliesslich war ich bei meinen Schlussfolgerungen über die Form des Gelenkes äusserst vorsichtig und rechnete alle diejenigen Formen, welche keine deutliche Ellipsoidform darstellten, zu den Kugelformen, obschon viele davon eher zu den Rotationsellipsoiden gezählt werden müssten. Wie genau auch die Methode der optischen Durchschnitte und der Definition der Kurveneigenschaften sein mag, so lässt sie im Resultat doch Fehler in den Grenzen von 0,1—0,2 mm. Infolgedessen können alle Rotationsellipsoide mit einer Differenz der Achsen gleich 0,1—0,2 mm übersehen und den Kugelformen zugerechnet werden.

Alles oben angeführte in Betracht ziehend, kann man folglich noch einmal mit vollem Recht behaupten, dass *das menschliche Hüftgelenk in seiner Grundform ein Ellipsoid ist, welches seiner Evolution nach und im Zusammenhang mit dem Charakter seiner Tätigkeit in der verschiedenen Gestalt seiner speziellen Formen erscheint*. Im allgemeinen stellt es anfangs ein gedrängtes Sphäroid dar, welches darauf die Gestalt einer Kugel annimmt und weiter entweder auf diesem Stadium seiner Entwicklung stehen bleibt oder sich zum Rotationsellipsoid umgestaltet.

Überall in meiner Arbeit führte ich, wenn vom Ellipsoid und von dessen Formen die Rede war, deren Gleichung an, und rechnete damit wie mit einem Moment, welches die Form charakterisiert. Damit will ich gesagt haben, dass ich die Formen vom geometrischen und mathematischen Standpunkte aus betrachtete.

Dieses tat ich deshalb, weil der Begriff eines Rotationskörpers und Ellipsoides im Hüftgelenk, wie wir es aus der Literaturübersicht er-

sehen, von *Aeby*, *Schmid* und anderen Autoren bedeutend entstellt worden war.

---

Was nun die Frage über die geometrische Regelmässigkeit oder Unregelmässigkeit der Formen des Hüftgelenkes anbelangt, so muss ich, auf Grund des ziemlich reichhaltigen Materials, welches mir zu Gebote stand, die Form des Gelenkes ihrer Regelmässigkeit und Exaktheit nach eher zu den regelmässigen mathematischen Formen zählen und sie keineswegs als Form betrachten, welche sich nur dem einen oder anderen Typus der geometrische Körper nähert. Wie ich bereits oben aussprach, wunderte ich mich über die erstaunliche Exaktheit der Form, welche ich im Laufe der ganzen Untersuchung zu beobachten Gelegenheit hatte. *Hueters*<sup>1)</sup> Aussage, der Gelenkkopf des Femur stelle eine ideale Kugel dar, ist vollkommen berechtigt (natürlich bezieht sich dieses nur auf denjenigen Fall, wo das Gelenk in seiner Evolution eine Kugel darstellt).

In keinem Falle kann man mit denjenigen Autoren übereinstimmen, welche im Hüftgelenk eine Kugelform mit Unregelmässigkeiten, Abflachungen und Abweichungen, die bei genauerer Untersuchung hervortreten (*Henke*, *R. Fick* u. a.) sehen.

Diese Unregelmässigkeit ist keine Unregelmässigkeit der Form, sondern das Resultat einer falschen Analyse, das Resultat jener Unvollkommenheiten der Untersuchungsmethoden, welche die Form des Hüftgelenkes viele Jahre nach *Aeby* einem richtigen Verständnis entzogen.

Wenn andererseits irgendwelche Veränderungen im Gelenk als Resultat einer unregelmässigen Arbeit der umgebenden Muskeln oder als Resultat der Funktionseigenheiten der Extremität eintreten, so können diese Veränderungen doch die geometrische Regelmässigkeit der Form erhalten, indem sie dieselbe aus einem Zustand in den anderen überführen, wie man es z. B. aus den Fällen mit gespaltetem Becken und anderen oben angeführten ersieht. Es ist höchst wahrscheinlich, dass die Kugel und das Rotationsellipsoid im menschlichen

---

<sup>1)</sup> Hueter, C. Klinik der Gelenkkrankheiten. 2. Hälfte. Leipzig 1871. S. 579.

Hüftgelenk Formen sind, deren Existenz durch die Verschiedenheiten der Muskelarbeit bedingt wird. — Wissenschaftlich ist diese Frage noch nicht gelöst und ich will keine Vermutungen hypothetischen Charakters aussagen.

*Charakteristik der Form des menschlichen Hüftgelenkes.*

Nachdem ich die Frage über die Form des Hüftgelenkes gelöst habe, will ich mich bemühen, die Charakteristik derselben zu geben und diejenigen Arten ihrer Grundtypen festzustellen, welche ich während meiner Untersuchungen antraf.

*Zur Terminologie der Form und ihrer Gelenkoberfläche.*

Bevor ich mich an diesen Abschnitt meiner Arbeit mache, sehe ich mich genötigt, ein Verfahren zur Orientierung in der Form und deren Gelenkoberfläche festzustellen und zu diesem Behufe einige Definitionen zu geben.

Die Gelenkform zerfällt durch drei Koordinatenflächen, welche durch die Achsen und das Zentrum des Ellipsoides, welcher Art es auch sei, verlaufen in acht Segmente und die Oberfläche der Form in acht Abschnitte. Ein jedes von diesen Segmenten bildet mit dem Abschnitt der Oberfläche einen Oktanten der Form oder der Oberfläche.

Jeder Oktant des Ellipsoides stellt eine dreikantige Pyramide dar, deren Spitze zum Zentrum und deren Basis zur Peripherie hin gelegen ist. Die Basis der Pyramide ist von dreieckiger Form und bildet den Oktant der Gelenkoberfläche des Ellipsoides (des gedrängten Sphäroides, der Kugel und des Rotationsellipsoides).

Die Horizontalfläche, welche sich im Gelenk von vorn nach hinten zieht, oder die Fläche des Meridians, des Meridianbogens nach anderen Autoren (*Schmid, Morosow*) teilt die Gelenkform in zwei Hälften (Hemisphären), die obere und die untere.

Die Frontalfläche, ebenfalls Fläche des Meridianbogens genannt, und die Sagittalfäche oder Äquatorialfläche, Äquatorialbogenfläche (*Schmid, Morosow*), teilen jede ihrerseits die Form und die Oberfläche in zwei Hälften oder Hemisphären: die frontale in die vordere und hintere, die sagittale in die äussere (laterale) und innere (mediale).



Paarweise teilen die Flächen das Ellipsoid und dessen Oberfläche in vier Teile oder Quadranten; alle Flächen teilen die Form, wie bereits oben erwähnt war, in Oktanten.

Die Oktanten sind ihrer Lage nach folgende:

1. mediale Oktanten: oberer-vorderer, oberer-hinterer,  
unterer-vorderer, unterer-hinterer;
2. laterale Oktanten: oberer-vorderer, oberer-hinterer,  
unterer-vorderer, unterer-hinterer.

*Die wechselseitigen Beziehungen der Formen und deren  
allgemeine Charakteristik.*

Alle beobachteten Formen waren vor allem von verschiedener Grösse, was, wie beobachtet, in gewissem Grade vom Wuchs des Menschen, welchem das Gelenk angehörte, abhing.

Von den Gelenken bis zu drei Jahren gehörte die kleinste Form (4,4—4,6—4,6 mm), wie begreiflich, dem Fötus an, das Gelenk des Neugeborenen war bereits anderthalbmal grösser (6,7—7,3—7,3 mm), und danach stieg die Dimension der Form allmählich, obgleich unter den grösseren Gelenken auch kleinere angetroffen wurden. So war das Gelenk eines 19tägigen Knaben (7,5—8,6—8,6 mm) kleiner als dasjenige 16tägiger Kinder (8,2—9,2—9,2 mm). weiter war bei einem 2 $\frac{1}{2}$ monatigen Kinde das Gelenk kleiner als dasjenige eines einmonatigen und näherte sich der Grösse nach dem Gelenk des 19tägigen Kindes.

Bei den Erwachsenen vom 20. Lebensjahre an finden sich die kleineren Gelenke beim weiblichen Geschlecht. Unter diesen Gelenken waren die kleinsten diejenigen einer 42jährigen, 23jährigen und 25-jährigen Frau. Diese Gelenke näherten sich ihrer Dimension nach (21,0—21,0—21,0 mm) dem Gelenk des zwölfjährigen Knaben (21,3—20,8—20,8 mm).

Die kleinsten Formen unter den männlichen Gelenken waren diejenige eines 37jährigen und eines 27jährigen Mannes (24,0—24,0—24,0 mm).

Die grösste Form unter den männlichen Gelenken war diejenige (28,7—27,2—27,2 mm) eines 40jährigen Mannes, während die grösste

weibliche Form (27,2—27,2—27,2 mm) eine Kugelform war, die einer 37-jährigen Frau angehörte.

Die mittlere Dimension der männlichen Gelenkform betrug für das Rotationsellipsoid (26,4—25,4—25,4 mm), für die Kugel 25,5 mm, der weiblichen Gelenkform für das Rotationsellipsoid (25,0—24,1—24,1 mm), für die Kugel 22,6 mm.

Die Kugel ist den wechselseitigen Beziehungen ihrer Elemente nach eine konstante Form mit konstantem Verhältnis ihrer Halbachsen. Alle Oktanten der Oberfläche dieser Form sind sich völlig

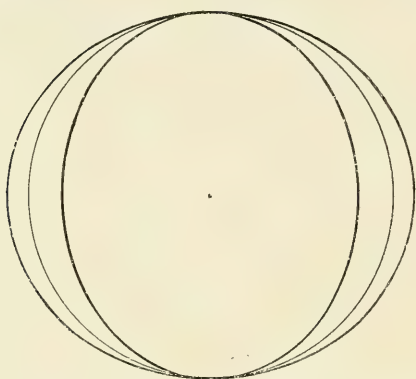


Fig. 36. Graphische Abbildung der Beziehungen zwischen den Formen. Äußere Kurve: Rotationsellipsoid, innere: Sphäroid; mittlere: Kugelform.

gleich und stellen gleichseitige Dreiecke dar. Eine Kugel unterscheidet sich von der anderen nur durch ihre Grösse. Deshalb kann man von einzelnen Arten der Kugelform nur seitens ihrer Grösse und des Entwicklungsstadiums ihrer Oberfläche reden.

Die kleinste Kugelform war von allen untersuchten Gelenken die Gelenkform eines sechsjährigen Knaben (16,5—16,5—16,5 mm), die grösste diejenige einer 37-jährigen Frau (27,2—27,2—27,2 mm).

Die mittlere Dimension der weiblichen Kugelformen war kleiner als der männlichen.

Was den Entwicklungsgrad der Gelenkoberfläche anbelangt, so wird die Rede davon unten sein in Zusammenhang mit der Lage der Gelenkform im Verhältnis zum Femurhals.

Die anderen Typen des menschlichen Hüftgelenkes, das gedrängte Sphäroid und Rotationsellipsoid, unterscheiden sich schon ihren Eigenschaften nach von der Kugelform und können solche Arten abgeben, welche sich nicht allein durch ihre Grösse, sondern auch durch das Verhältnis ihrer Halbachsen unterscheiden.

Unter denselben kann man gedrängte und gedehntere Formen

antreffen: die einen nähern sich der Kugelform, die andern entfernen sich davon.

Für die Kugelform ist das Verhältniß der Halbachsen ein konstantes und beträgt 1:1:1; für das gedrängte Sphäroid kommt die Veränderung der Halbachse  $a$ , deren Vergrößerung oder Verkleinerung

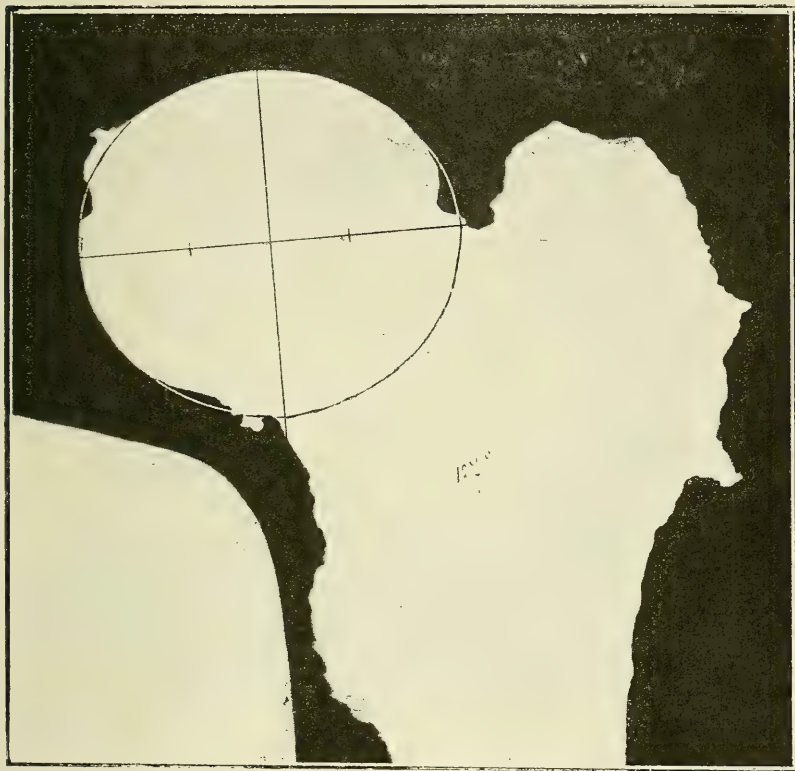


Fig. 37. Die gedehnteste Form des Rotationsellipsoides.  
Gelenk eines 36jährigen Mannes. Horizontalschnitt.

in den Grenzen der kleinen Halbachse  $b$  oder des Radius derjenigen Kugel, in welche das gedrängte Sphäroid eingeschrieben werden kann, vor; für das Rotationsellipsoid variiert die Halbachse  $a$  in den Grenzen zu der kleinen Halbachse  $b$  oder derjenigen Kugel, welche selbst in das Ellipsoid eingeschrieben ist.

Wenn man von allen beobachteten Formen das gedehntere Rotationsellipsoid, das gedrängtere Sphäroid im selben Massstabe und

eine Kugelform von gleicher Dimension aufeinanderlegt, und zwar derart, dass das Zentrum und die entsprechenden Halbachsen dieser Körper übereinstimmen, so erhält man die graphische Abbildung derjenigen Verhältnisse, welche ich in den untersuchten menschlichen Gelenken beobachtete.

Die äussere Bogenlinie dieses Schemas gehört der gedehntesten Gelenkform an — dem Rotationsellipsoid im Gelenk eines 36jährigen

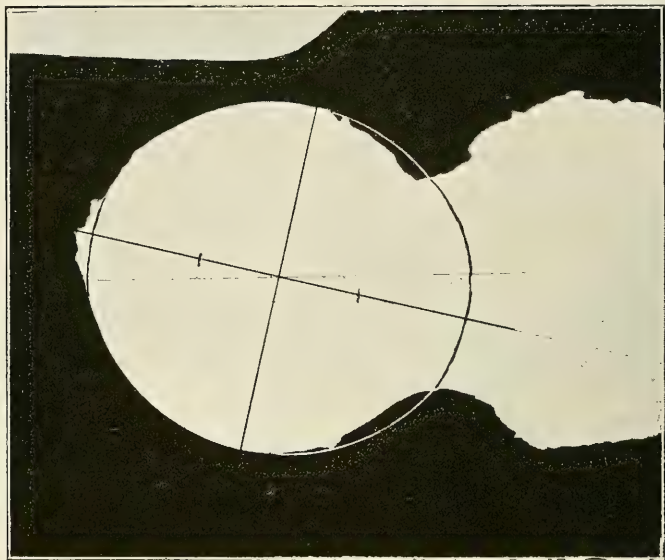


Fig. 38. Die gedehnteste Form des Rotationsellipsoides.  
Gelenk eines 36jährigen Mannes. Horizontalschnitt.

Mannes (Fig. 37—39), welches in der Tabelle V unter Nr. 14 vermerkt ist. Dessen Dimension beträgt 25,2—23,2—23,2 mm, das Verhältnis der Halbachsen 1,09:1.

In diesem Falle ist die Halbachse  $a$  bei der Bildung des Rotationsellipsoides am bedeutendsten von der Kugelform abgewichen. Eine ebenso gedehnte Form fand sich auch zwischen den weiblichen Gelenken (Tabelle VI, Nr. 17); ihre Dimension 25,1—23,3—23,3 mm, das Verhältnis der Halbachsen 1,08:1. Sie steht der Kugelform näher als die vorhergehende.

Die mittlere Bogenlinie ist die Form der Kugel.



Die innere Bogenlinie, die Form des gedrängtesten Sphäroides, welche bei einem 16tägigen Knaben gefunden wurde (Fig. 25, Tabelle IX, Nr. 7). Seine Dimension 8,0—9,2—9,2 mm. Das Verhältnis der Halbachsen 1:1,15.

Aus dem Verhältnis der Halbachsen der gedehnten und gedrängten Form ersieht man, dass das Ellipsoid des menschlichen Hüftgelenkes

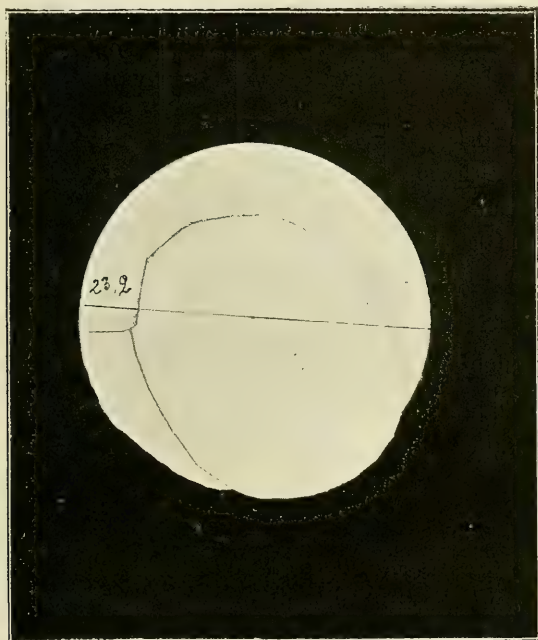


Fig. 39. Die gedehnteste Form des Rotationsellipsoides.  
Gelenk eines 36jährigen Mannes. Sagittalschnitt.

sich im allgemeinen der Kugelform nähert und dass man häufiger die gedrängtere als die gedehntere Form antrifft.

In der Tierwelt beobachtet man viel gedehntere Formen, z. B. beim *Ovis aries* (Tab. I, Nr. 4) hat das Rotationsellipsoid 15,7—11,3—11,3 mm, ein Verhältnis der Halbachsen 1,39:1; bei *Bos taurus* (Tab. I, Nr. 2) verhalten sich die Halbachsen des Rotationsellipsoides (25,0—20,9—20,9 mm) wie 1,22:1. Beim Menschen ist das Verhältnis der Achsen durchschnittlich:

Tabelle XXIII.

Nummer	Für Gelenke im Alter	Mittlere Masse der Form dieses Alters			Mittleres Ver- hältnis der Halbachsen $a : b$	Verhältnis der Achsen der gedehntesten Form $a : b$
		$a$	$b$	$b$		
1	Bis 1 Jahr . . . . .	7,9	8,8	8,8	1 : 1,11	1 : 1,15
2	1—2 $\frac{1}{2}$ Jahre . . . . .	12,1	13,2	13,2	1 : 1,08	1 : 1,08
3	6 Jahre . . . . .	15,8	15,5	15,5	1,02 : 1	1,02 : 1
4	12 Jahre . . . . .	21,3	20,8	20,8	1,02 : 1	1,03 : 1
5	14—16 Jahre . . . . .	23,7	23,1	23,1	1,02 : 1	1,03 : 1
6	20—50 Jahre:					
	1. männliche Gelenke .	26,4	25,4	25,4	1,04 : 1	1,09 : 1
	2. weibliche Gelenke .	24,6	23,6	23,6	1,04 : 1	1,08 : 1
7	Nach 50 Jahren:					
	1. männliche Gelenke .	27,0	26,1	26,1	1,04 : 1	1,05 : 1
	2. weibliche Gelenke .	24,4	23,7	23,7	1,03 : 1	1,05 : 1

Hieraus ersieht man, dass das Rotationsellipsoid im Gelenk von 2 $\frac{1}{2}$ —6 Jahren der Kugel am nächsten steht, während es im Alter bis zu einem Jahre gedrängter und nach dem 20. Lebensjahre gedehnter ist.

*Die Lage der Gelenkform im Verhältnis zum Femurhals  
und die Ausbildung ihrer Gelenkfläche.*

Das Ellipsoid des Hüftgelenkes verliert, welcher Gestalt es auch sei, beim Übergang in den Femurhals einen Teil seiner Oberfläche.

Der Anschluss an das Femur geschieht durch die laterale Hemisphäre im Bereich der Spitze der Achse  $a$ , doch nicht ganz symmetrisch zu derjenigen Stelle der Achse, wo die lateralen Oktanten zusammentreffen.

Gewöhnlich steht das Ellipsoid derart, dass seine Achse  $a$  von aussen nach innen, etwas von unten nach oben und von vorn nach hinten verläuft, indem sie mit der Richtung des Femurhalses, mit dessen Konstruktionsachse, einen bestimmten Winkel bildet.

In seinen Details schwankt die Lage des Ellipsoides individuell, und der Winkel zwischen der Achse  $a$  und dem Femurhals variiert.

Im Alter bis zu drei Jahren, d. h. in den Formen eines gedrängten Sphäroides liegt die Achse *a* im allgemeinen im vorderen Halsabschnitt, mehr nach vorn von dessen Konstruktionsachse. Im frontalen Durchschnitt kongruiert die Achse *a* gewöhnlich mit der Achse des Halses, im horizontalen ist dessen äusserstes Ende (das laterale) nach vorn

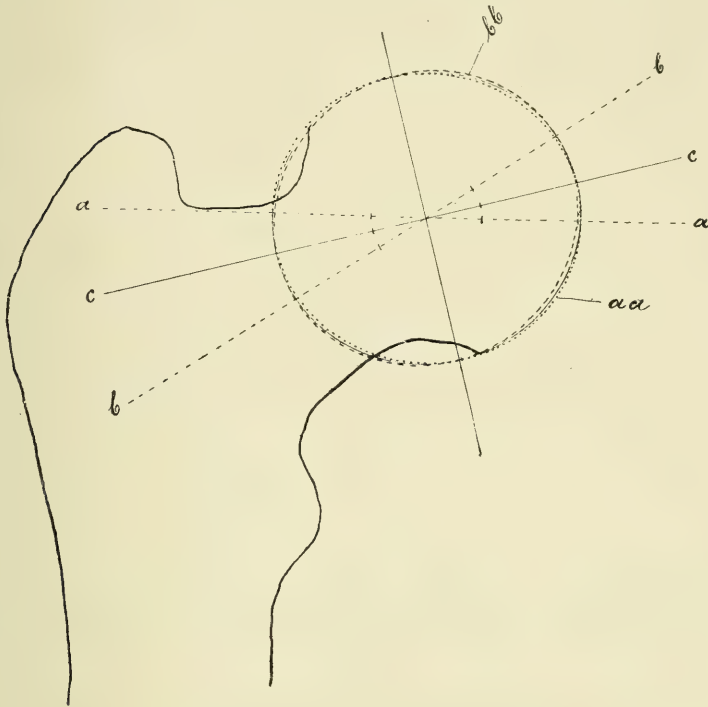


Fig. 40. Die Lage der Achse des Ellipsoides und in Zusammenhang damit die Veränderung der Gelenkoberfläche; *c—c* mittlere Lage der Achse, *aa* und *bb* die Grenzen ihrer Abweichung nach oben und unten.

gerichtet. In den Gelenken des Fötus stimmte die Achse *a* mit der Richtung des Halses fast überein.

In den Gelenken späteren Alters, welche die Gestalt einer Kugel oder eines Rotationsellipsoides haben, weicht das laterale Ende der Achse *a* nach oben und nach vorn ab, so dass sie im ober-vorderen Abschnitt des Halses verläuft, wobei individuelle Schwankungen von einer vollen Kongruenz mit der Konstruktionsachse bis zu einer vollkommen horizontalen etwas nach vorn gerichteten Lage beobachtet

wird, zuweilen steigt sie sogar etwas über die Linie des Horizontes. Der Deklinationswinkel der Achse *a* befindet sich in den Grenzen von  $30^{\circ}$ . Seltener wird eine Abweichung der Achse *a* nach hinten, über die Grenzen der Halbachse vermerkt.

Am häufigsten ist ihre Lage derart, dass ihr laterales Ende im Frontalschnitt um  $15-20^{\circ}$  oberhalb der Halbachse und im Horizontalschnitt ungefähr um ebensoviel vor derselben zu liegen kommt, d. h. das laterale Ende der Achse *a* ist im Vergleich zur Halbachse um

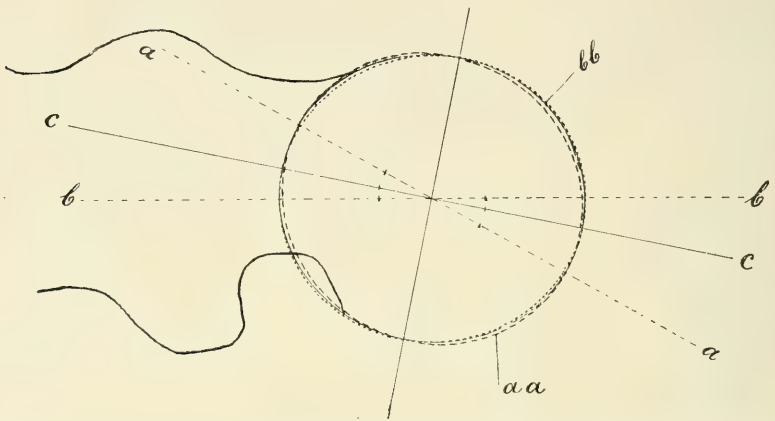


Fig. 41. Die Lage der Achse des Ellipsoides und in Zusammenhang damit die Veränderung der Gelenkoberfläche; *c-c* mittlere Lage der Achse, *aa* und *bb* die Grenzen ihrer Abweichung nach vorne und nach hinten. Horizontalschnitt.

$15-20^{\circ}$  nach oben und nach vorn gerichtet. Das mediale Ende der Achse *a* verläuft durch die Insertionsstelle des Lig. teres am Femurkopf (Fig. 14 und 25).

Folglich steht die ganze Gelenkform in schräger Richtung zum Femurhals, indem ihr medialer Pol nach hinten und nach oben gerichtet ist, während der Femurhals seinerseits im Verhältnis zu ihr nach hinten und nach unten verläuft.

Im Zusammenhang mit einer derartigen Lage der Hüftgelenkform stellt es sich heraus, dass die Ansatzstelle derselben an den Femurhals auf die unter-hinteren Oktanten herabgesetzt ist und die Gelenkoberfläche hier fehlt.

Am ausgeprägtesten und entwickeltesten ist der vordere, obere und



mediale Teil der Form, und in diesem Gebiet ist die Ausdehnung der Gelenkoberfläche am bedeutendsten.

Deshalb liegen im frontalen und sagittalen Durchschnitt des Gelenkes, die grösseren Abschnitte der Ellipse oder des Umkreises oben und vorn, und das Ende ihrer Achse ist für den Frontalschnitt nach oben und für den Horizontalschnitt nach hinten gerückt. Der vordere

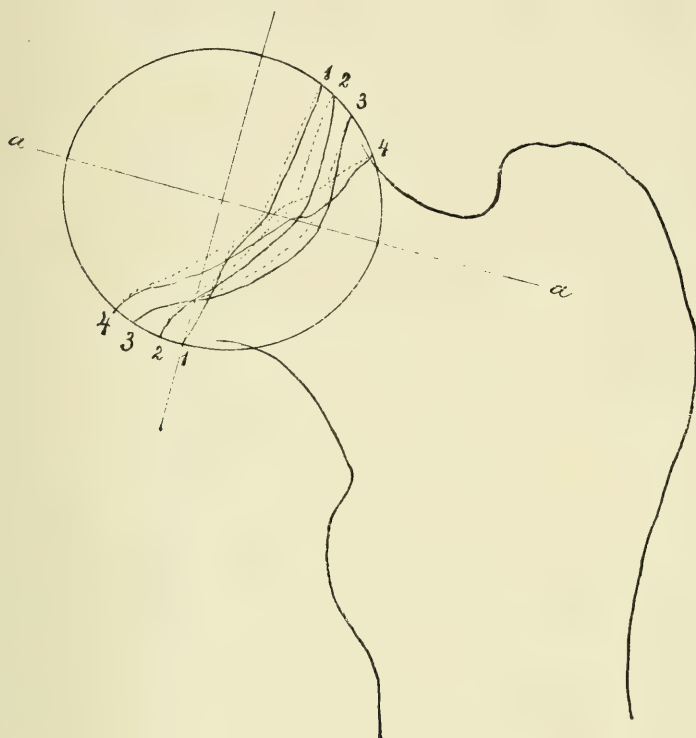


Fig. 42. Die verschiedenen Entwicklungsbilder der Gelenkoberfläche und deren Verhältnis zu den Oktanten der Gelenkform. Ansicht von vorne. Punktirte Linie: Rand der Oberfläche von hinten.

und obere Abschnitt der Ellipsen ist im Durchschnitt um so grösser, je grösser der Winkel zwischen der Achse  $a$  und der Konstruktionsachse des Halses ist.

Doch nicht absolut grösser, sondern im Vergleich zum unteren und hinteren Abschnitt. Die absolute Grösse der Gelenkoberfläche steht dagegen mit der absoluten Grösse der Form und bei der Iden-

tität dieser Bedingungen mit dem Entwicklungsgrade der Oberfläche selbst in Verbindung.

Die Frage über die Flächenausbildung der letzteren, unabhängig von der absoluten Grösse der Form und der Grösse des Halses, ist eine höchst interessante, obwohl noch wenig ausgearbeitete Frage, welche mit dem Mechanismus des Gelenkes und dem Charakter seiner Bewegung in Zusammenhang steht. Hier will ich nur die tatsächliche Seite der Frage berühren und diejenigen individuellen Schwankungen

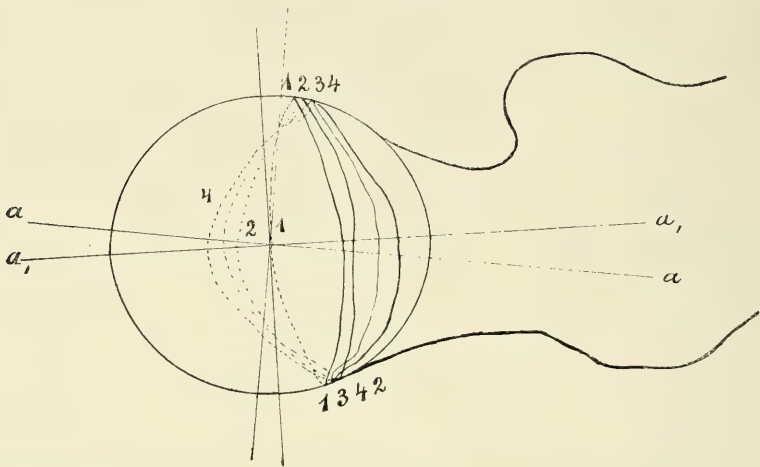


Fig. 43. Die verschiedenen Entwicklungsbilder der Gelenkoberfläche und deren Verhältnis zu den Oktanten der Gelenkform. Ansicht von oben. Punktierte Linie = Rand der Oberfläche von unten.

in der Ausbildung der Oberfläche anführen, welche ich in den untersuchten Gelenken beobachten konnte.

In allen Gelenken ohne Ausnahme waren die oberen medialen Oktanten (Fig. 42) vollkommen und immer entwickelt.

Nach ihnen kamen dem Entwicklungsgrade nach die unteren medialen (Fig. 42), deren Bildung nicht immer vollendet war; am häufigsten reichte ihre Gelenkfläche mehr oder weniger nicht bis zur Spitze des unteren Endes der kleineren Halbachse, und das Ende derselben befand sich ausserhalb der Gelenkoberfläche. Die unteren in Berührung stehenden Ecken dieser Oktanten waren unvollständig ausgebildet. Deshalb reichte der Rand der Gelenkoberfläche in der

frontalen Fläche (Fig. 42) nicht bis zur kleinen Ellipsenachse, während er sie im horizontalen Schnitte (Fig. 43) überragte.

Gewöhnlich betrug diese unvollständige Ausbildung, oder dieser Abstand zwischen dem Rande der Gelenkoberfläche und der Spitze der kleineren Halbachse, der Kurve nach  $10-15^{\circ}$ .

Die grösste unvollständige Ausbildung betrug  $30^{\circ}$ , d. h. ein Drittel der Ausdehnung des Oktanten in der frontalen Fläche. Verhältnismässig selten war der ganze Oktant entwickelt, häufiger bei Kindern in deren gedrängtem Sphäroid.

Der Ausbildung nach folgten die oberen lateralen Oktanten (Fig. 42 und 43). Bei ihnen waren unvollständig ausgebildet die lateralen in Berührung stehenden Ecken. In frontaler Richtung nahm die Gelenkoberfläche gewöhnlich ein Drittel bis die Hälfte der Ausdehnung der Kurve des Oktanten oder  $30-45^{\circ}$  ein; in seltenen Fällen war sie kleiner und in einigen erreichte sie  $60^{\circ}$ .

Am unentwickeltsten waren die lateralen, unteren Oktanten (Fig. 42) und namentlich der hintere davon. In diesen Oktanten waren nur diejenigen Ecken entwickelt, welche sich im Berührungsgebiet mit den medialen Oktanten befanden.

Das Lig. teres, welches sich dem Femurkopf im Gebiete der Spitze seiner Achse *a* anschliesst, unterbricht in gewissem Masse die Gelenkoberfläche, indem es eine grössere oder kleinere Vertiefung bildet. Dadurch ändert es aber nicht den Charakter der Ellipsoidkurve. Die Hauptmasse der Vertiefung befindet sich gewöhnlich im Gebiet des hinteren, unteren medialen Oktanten in der Ecke, welche an die grosse Halbachse stösst.

Eine viel bedeutendere Störung in der Gelenkoberfläche verursacht das Lig. teres in kindlichen Gelenken. Infolge der verhältnismässig starken Entwicklung des Lig. teres in diesen Gelenken und der verhältnismässig kleinen Dimension der Form selbst, ist die Vertiefung relativ sehr gross und nimmt einen bedeutenden Teil der Oberfläche des unteren hinteren medialen Oktanten ein, sich in der Richtung des Trochanter minor ausziehend.

*Die Grösse des Gelenkkopfes und der Pfanne.*

Nicht das ganze Ellipsoid des Hüftgelenkes nimmt an der Bildung des Gelenkkopfes teil, sondern nur derjenige Abschnitt, welcher die Gelenkoberfläche trägt. Wie aus dem Vorhergehenden zu ersehen ist, variiert der Entwicklungsgrad der einzelnen Oktanten in der Gelenkform und im Zusammenhang damit auch die Grösse des Gelenkkopfes.

Nimmt man die durchschnittliche Ausbildung der Gelenkoberfläche, so lässt sich die Grösse des Gelenkkopfes nach folgenden Daten berechnen. — Vollkommen entwickelt sind stets die zwei oberen medialen Oktanten, und ganz wenig entwickelt sind die zwei unteren lateralen. Wenn man nun annimmt, dass die Gelenkoberfläche der letzteren den fehlenden Teilen der zwei unteren medialen ungefähr gleicht, so kann man die vier medialen Oktanten oder die ganze mediale Hemisphäre als vollkommen entwickelt betrachten. Die Entwicklung jedes äusseren Oktanten gleicht annähernd seiner Hälfte, folglich können diese zwei Oktanten ihrer Entwicklung nach einen Oktanten ausmachen.

Dann entspricht der Gelenkkopf des Femur ungefähr fünf Oktanten derjenigen geometrischen Form, welche dem gegebenen Gelenk zugrunde liegt.

Bei der Berechnung der Grösse des Kopfes an Gelenken mit geringer und bedeutender Entwicklung der Gelenkoberfläche erweist es sich, dass deren Grösse im ersten Fall die Summe von vier Oktanten übersteigt, und im zweiten Fall kleiner als die Summe von sechs Oktanten ist.

Die Grösse des Gelenkkopfes schwankt folglich in den Grenzen zweier Drittel seiner geometrischen Form, indem sie nicht bis zur Hälfte seiner Dimension fällt und nicht ganz bis zu drei Vierteln davon steigt.

Was das Acetabulum anbelangt, so hat es, wie man aus dem Vorhergehenden ersieht, dieselbe geometrische Form wie der Kopf und kongruiert mit demselben vollkommen.

Seiner Grösse nach ist es kleiner als der Kopf und im Mittel etwas grösser als die Hälfte seiner geometrischen Form, d. h. etwas grösser als die Summe der vier medialen Oktanten des Kopfes. Zu



dieser Schlussfolgerung kommt man auf Grund der Resultate seiner Durchschnitte.

Die Linien, welche die Ränder des Labrum glenoidale verbinden, verlaufen gewöhnlich etwas lateral vom Centrum der geometrischen Form der gegebenen Pfanne.

In einigen Fällen befand sich das Centrum auf dieser Linie selbst, dann entsprach die Pfanne der Hälfte ihrer geometrischen Form oder  $180^\circ$ . Die grösste Entfernung des Centrums von der Linie, welche die Ränder des Labrum glenoidale verbindet, betrug 6,5 mm. Die Dimensionen der Pfanne kamen in diesem Fall  $216^\circ$  gleich. Gewöhnlich befand sich das Centrum in einer Entfernung von 2—3 mm und die Grösse des Acetabulum, das Labrum glenoidale mit einbegriffen, betrug  $195^\circ$ .

Die Pfannen der kindlichen Gelenke, d. h. der Formen des gedrängten Sphäroides, machten die Hälfte der Dimension ihrer geometrischen Figur aus, oder sie waren etwas kleiner, da das Centrum der letzteren entweder auf der Randlinie des Labrum glenoidale oder etwas lateralwärts davon gelegen war.

#### *Die rechten und linken Gelenke<sup>1)</sup>.*

Das rechte und linke Gelenk sind gewöhnlich von gleicher Form, doch stimmen sie nicht immer in der Grösse überein, bald ist das eine, bald das andere grösser, und zwar kann man die Meinung *Werjuschkys*<sup>2)</sup>, das linke Gelenk sei stets kleiner als das rechte, nicht teilen: in vielen Fällen war im Gegenteil das linke Gelenk von grösseren Dimensionen.

In den rechten und linken Gelenken sind verschiedene Formen beobachtet worden.

Bei Kindern bis zu drei Jahren waren die beiderseitigen Gelenke einander häufig vollkommen ähnlich. Von zwölf Gelenken dieses

---

<sup>1)</sup> Da ich bei meinen Untersuchungen bestrebt war, eine möglichst grosse Anzahl der verschiedenartigsten Gelenkformen zu erhalten, so bemühte ich mich, möglichst viel Leichname zu untersuchen, und nahm nicht immer die Gelenke beider Extremitäten.

<sup>2)</sup> Werjuschsky, Dim. Über die Form des Hüftgelenks und das Verhältnis seiner Gelenkflächen. St. Petersburg 1875. (Russisch.)

Alters war das linke Gelenk nur in zwei Fällen unbedeutend kleiner als das rechte, und in drei Fällen unterschied sich die Form des rechten Gelenkes von derjenigen des linken: die eine stellte ein regelrechtes gedrängtes Sphäroid dar, die andere ein Ellipsoid.

In dem Gelenk von 3—20 Jahren kam eine solche Ähnlichkeit der Gelenke seltener vor.

In zwei Fällen war das linke Gelenk kleiner als das rechte (um 0,3—0,5 mm), in drei Fällen im Gegenteil grösser (um 0,1—0,5 mm), und nur in einem Falle waren die Gelenke beider Seiten ganz gleich. Bei einem Knaben von sechs Jahren und bei einem Mädchen von zwölf Jahren waren die Gelenke von verschiedener Form: beim ersteren war das rechte Gelenk ein Rotationsellipsoid (16,8—16,5—16,5 mm), das linke eine Kugel (16,5 mm), beim zweiten das rechte eine Kugel (20,3 mm) und das linke ein Rotationsellipsoid (21,1—20,8—20,8 mm).

An den Gelenken im Alter von 20—50 Jahren wurde dasselbe beobachtet wie an denjenigen von 3—20 Jahren. Die Form der Gelenke war gewöhnlich dieselbe, doch unterschieden sie sich der Grösse nach, wobei die linken Gelenke in gleichem Verhältnis bald grösser, bald kleiner als die rechten waren.

Von acht männlichen Gelenken waren diejenigen eines 47jährigen Mannes der Form und Grösse nach vollkommen gleich, von fünf weiblichen Gelenken wurde auch nur in einem Falle bei einer 32jährigen Frau eine völlige Gleichheit konstatiert.

Die linken Gelenke waren bei vier Männern und bei drei Frauen kleiner; grösser waren sie bei Männern in drei Fällen und bei Frauen nur in einem.

Eine Ungleichheit der Form der beiderseitigen Gelenke wurde bei Männern nicht angetroffen, bei Frauen dagegen in drei Fällen. Die rechten Gelenke stellten in allen Fällen eine zweifelhafte Kugelform (Ellipsoide mit einer Differenz der Halbachsen bis 0,3 mm) dar, die linken in zwei Fällen eine regelrechte Kugel, in einem ein Rotationsellipsoid.

Dieselben Verhältnisse wurden auch in den Formen der Femurknochen ohne Knorpelüberzug konstatiert. Eine Ungleichheit der Form des linken und rechten Gelenkes wurde nur bei einem Manne gefunden

Das rechte Gelenk war eine Kugel (23,5 mm), das linke ein Rotationsellipsoid (24,4—23,6—23,6 mm).

Was nun schliesslich die Gelenke im Alter nach 50 Jahren anbelangt, so wurde hier (in zehn Fällen) dasselbe wie in den Gelenken früheren Alters beobachtet: es gab Fälle mit vollkommener Gleichheit in Form und Grösse (zwei Fälle), solche mit vorherrschender Grösse des rechten (zwei Fälle) oder des linken (zwei Fälle) Gelenkes, schliesslich wurden solche Fälle beobachtet (drei Fälle), wo in den beiderseitigen Gelenken verschiedene Formen, Kugel und Rotationsellipsoid, vorkamen.

---

*Die erhaltenen Daten im Verhältnis zu denjenigen der  
vorhergehenden Autoren.*

Um meine Arbeit zu beschliessen, bleibt nur noch übrig, eine Übersicht der herrschenden Ansichten über die untersuchte Frage seitens der von mir erlangten Daten zu machen, und hiermit die neu-erlangten Fakta und Schlussfolgerungen mit denen der vorhergehenden Autoren zu verbinden und meine Ansicht über die Form des menschlichen Hüftgelenkes noch mehr zu bestätigen.

Was die Fakta und Schlussfolgerungen derjenigen Autoren<sup>1)</sup> anbelangt, welche das Hüftgelenk für eine regelrechte Kugelform halten, so sind dieselben vollkommen begreiflich.

Und zwar dann begreiflich, wenn man einerseits den Umstand ins Auge fasst, dass jedesmal eine verhältnismässig geringe Anzahl von Gelenken untersucht wurde, und andererseits, dass die Zahl der Kugelformen und Rotationsellipsoide ungefähr gleich ist.

Diese Autoren konnten zufällig solche Gelenke untersucht haben, welche die Gestalt einer Kugel hatten, und ihre Schlussfolgerungen waren ganz richtig, bis sie nicht durch neue Daten widerlegt wurden.

In einigen Fällen konnte die Schlussfolgerung über die Kugelform des Gelenkes auch das Resultat einer ungenügenden Exaktheit der herrschenden Methoden und der Untersuchung selbst sein, um so

---

<sup>1)</sup> Anfänglich Gebr. W. und E. Weber, dann Henle, Walter, Pirogoff, Langer, Richet, Hueter, Sappey, Hyrtl, Albert, Gegenbaur, Testut u. a.

mehr, da viele Ellipsoidformen nur eine geringe Differenz der Halbachsen aufweisen (0,2—0,5 mm).

Endlich äusserten einige Autoren, welche sich nicht speziell mit der Form des Gelenkes beschäftigt hatten, ihre Meinung über dieselbe nur vom Standpunkte der einfachen Beobachtung und der festgesetzten Anschauung aus.

So z. B. erhält man beim Durchsehen der Durchschnitte des Hüftgelenkes, welche *Pirogoff* in seinem Atlas anführt und bei der Analyse des Gelenkkopfes seitens der Eigenschaften einer Ellipse in der Mehrzahl der Fälle eine Ellipsenkurve und keinen Umkreis.

So gibt Fasc. 4 in Tab. V, Fig. 1, eine Ellipse (24,0—22,5 mm), Fig. 2 eine Ellipse (26,0—25,1 mm), Tab. IV, Fig. 8, eine Ellipse (26,0—25,0 mm), Fig. 12 einen Umkreis (21,0 mm).

Weiter Fasc. 4B Tab. 7, Fig. 1, eine Ellipse (25,8—25,0 mm), Tab. 8, Fig. 1, eine Ellipse (24,3 - 23,5 mm), Fig. 4 eine Ellipse (23,5—22,5 mm), Tab. 9, Fig. 1, eine Ellipse (24,2—22,8 mm), Fig. 2 einen Umkreis (25,5 mm).

In den kindlichen Gelenken (Ellipsen) des gedrängten Sphäroides, z. B. Fasc. 4B, Tab. 7 (15,5—20,1 mm), Tab. 4 (9,0—10,1 mm) usw. So waren denn die meisten Gelenke, welche *Pirogoff* für kugelförmig hielt, in Wirklichkeit Ellipsoide; die Dimensionen derselben stimmen vollkommen mit den von mir erhaltenen überein.

Was die Grösse des Gelenkkopfes anbelangt, so muss bemerkt werden, dass die Gelenkoberfläche desselben, welche, wie oben gesagt war, in ihrer Entwicklung schwankt, den Autoren vollen Anlass gab und gibt die Grösse derselben verschieden zu deuten<sup>1)</sup>. Jedenfalls ist sie grösser als die Hälfte einer Kugel oder derjenigen Form, welche ihr zugrunde liegt, und kleiner als drei Viertel davon; durchschnittlich macht sie zwei Drittel der Grundform des gegebenen Gelenkes aus.

*Aeby* war der erste, welcher im Hüftgelenk die Eigenschaften eines Ellipsoides fand, doch deutete er die Form des Ellipsoides nicht richtig und kam zur vollkommen falschen Schlussfolgerung der Kombination zweier Rotationskörper, von denen der eine vorherrschend

<sup>1)</sup> Seite 15 dieser Arbeit.



ist. Dieses kam daher, dass *Aeby* die Eigenschaften des Ellipsoides richtig beobachtete, aber diejenigen des Rotationskörpers (im gegebenen Fall) falsch gedeutet hatte.

Unter einem Rotationskörper verstand *Aeby* einen Körper, welcher durch die Rotation eines Kreisbogens um seine Sehne entstanden war<sup>1)</sup>.

Der Rotationskörper im Sinne *Aebys* muss im Längsschnitt eine Kombination zweier gleicher Bogenlinien vom selben Umkreis abgeben, welche an den Spitzen der grossen Achse dieses Körpers im spitzen Winkel zusammentreffen. Die Krümmung des Bogens ist überall gleich und muss einen Radius haben, welcher den Radius desjenigen Umkreises, dem sie entnommen ist, gleichkommt.

Nichtsdestoweniger ergaben, den Tabellendaten *Aebys* nach zu urteilen, die von ihm untersuchten Gelenke im Durchschnitt Ellipsen.

Die Ellipse hat den Eigenschaften ihrer Kurve nach keinen beständigen Krümmungsradius, sondern die Krümmung ändert sich, allmählich abnehmend, von der Spitze der kleinen Halbachse zur grossen.

Die grössten Radien der Ellipsenkrümmung befinden sich an der Spitze der kleinen Halbachse, die kleinsten an der Spitze der grossen.

Dieses ist aus den Formeln  $a^2 = Rb$  und  $b^2 = R,a$ , welche oben angeführt sind, zu ersehen<sup>2)</sup>.

Die Gelenkoberfläche des Femurkopfes ist, wie gesagt, nicht überall gleich entwickelt, am entwickeltsten ist sie oben und vorn. Deshalb liegen in den Durchschnitten des Kopfes die grösseren Abschnitte der Ellipse für den Frontalschnitt oben, für den Horizontalschnitt vorn, für beide an der Spitze der kleinen Halbachse; die kleineren Abschnitte befinden sich für den ersten Durchschnitt unten an der Spitze der grossen Achse, für den zweiten hinten, näher zur Spitze derselben Achse.

*Aeby* definierte die Eigenschaften der Gelenkoberfläche durch Einschreiben eines Umkreises in die Kurve des Durchchnittes und

<sup>1)</sup> Oder, wie *Aeby* definierte, welcher bei Drehung eines Kreisbogens um eine unbewegliche Achse entsteht, wobei die Entfernung vom Bogen bis zur Drehungsachse kleiner ist, als der Radius des rotierenden Kreissegmentes.

<sup>2)</sup> Seite 55. Sodann Tab. I: Nr. 1, 2, 3, 4 und 5.

erhielt natürlich im Gebiet der Spitze der kleinen Halbachse Umkreise mit grösseren Radien und im Gebiet der grösseren Umkreise mit kleineren Radien.

In der Tabelle *Aebys*<sup>1)</sup> betrug bei *Bos taurus* der Radius des grösseren Körpers 97,8, der Radius des kleineren 36,4.

Da aber *Aeby* den Rotationskörper als solchen Körper betrachtet, welcher bei der Rotation eines Kreisbogens von bestimmtem Diameter um dessen Sehne erhalten wurde, und da er in den verschiedenen Abschnitten der Gelenkoberfläche verschiedene Radien fand, so kam er zur Schlussfolgerung über das Vorhandensein der Kombination zweier Rotationskörper. Die Gelenkoberfläche an der Spitze der kleinen Ellipsenachse schrieb er dem grösseren Rotationskörper und an der grossen dem kleineren Rotationskörper zu. Die Gleichheit der Krümmung beider Formenabschnitte wies, der Meinung *Aebys* nach, auf eine Absorption des einen Rotationskörpers durch den anderen hin (*Myrmecophaga jubata*, Homo-Tabellen *Aebys*).

Je mehr das Ellipsoid und dessen Ellipse im Durchschnitt gestreckt sind, um so grösser ist die Differenz der Krümmungsradien an der Spitze ihrer Achsen<sup>2)</sup>, um so spitzer der Ellipsoid- oder Ellipsenpol im Gebiet der Spitze der grossen Achse, um so grösser, der Meinung *Aebys* nach, der Unterschied zwischen den Dimensionen beider Rotationskörper, um so schärfer ist, nach *Aeby*, im Gebiet der Lig. teres (die Spitze der Achse *a*) der Übergang der Gelenkoberfläche des einen Rotationskörpers in diejenige des anderen.

Die Differenz der Krümmungsradien beider Abschnitte der Gelenkoberfläche hängt auch noch von der Lage des Ellipsoides im Verhältnis zum Femurhalse ab; je kleiner der Winkel zwischen der Ellipsoidachse *a* und der Halsachse ist, um so symmetrischer ist die Lage des Ellipsoides (im Durchschnitt der Ellipse) im Verhältnis zur Achse des Femurhalses, um so ähnlicher sind seine zu beiden Seiten des Lig. teres gelegenen Abschnitte, um so entsprechender die Dimensionen ihrer Krümmungsradien<sup>3)</sup>. Bei völliger Symmetrie sind die RR

<sup>1)</sup> Seite 63 dieser Arbeit.

<sup>2)</sup> Tabelle I: Nr. 2, 4 und Nr. 3, 5.

<sup>3)</sup> Tabelle I: Nr. 4 und 5.

einander gleich. Solche Verhältnisse wurden in den menschlichen und tierischen Gelenken konstatiert<sup>1)</sup>. Als krasses Beispiel kann ich das Gelenk eines Löwen anführen. Dessen Ellipsoid (24,4—23,2—23,2 mm) hat im oberen und unteren, im vorderen und hinteren Abschnitt eine Krümmung von gleichem Radius (25,0 mm), falls man dieselbe, nach *Aeby*, durch Einschreiben eines Umkreises definiert.

Die zweite Tabelle *Aebys*, in der die Daten im Prozentverhältnis zur Grösse des Radius desjenigen Umkreises, welcher dem gegebenen Rotationskörper zugrunde lag, genommen sind, kann auf den Verlängerungsgrad des Ellipsoides in der Richtung der grossen Achse hinweisen und ordnet die Gelenkformen in der Reihenfolge ihrer allmählichen Abweichung von der Kugelform. Sie weist darauf hin, dass die menschliche Gelenkform, im Falle *Aebys*, gestreckter war als die Gelenkform z. B. des *Canis familiaris*, doch weniger gestreckt als z. B. die Gelenkform von *Bos taurus*.

*Schmid*, welcher die Arbeit *Aebys* fortsetzte, war, falls man *Walter*<sup>2)</sup> nicht rechnet, der erste, welcher dem menschlichen Hüftgelenk die Bezeichnung „Ellipsoid“ gab. Doch hat diese Benennung nichts mit dem geometrischen Ellipsoid zu tun. *Schmid* verstand das Ellipsoid ebensowenig wie *Aeby*. Dieses sieht man deutlich aus der Analyse der Gelenkform und aus der Definition, welche *Schmid* dieser Bildung gibt. *Schmid* verwechselt ausserdem den Begriff eines Ellipsoides mit demjenigen eines Zykloides und bemerkt sogar<sup>3)</sup>, dass es vielleicht richtiger wäre, das menschliche Hüftgelenk als Zykloid statt als Rotationsellipsoid zu betrachten, und da die strenge Unterscheidung von Zykloiden und Ellipsoiden bei den Gelenken tatsächlich wohl kaum durchführbar ist, so hält er sich an die herkömmliche Ausdrucksweise. *Schmid* entstellte durch seine Definition die Form des Ellipsoides und definiert es als Rotationskörper, welcher bei der Rotation eines beliebigen Segmentes des Umkreises um eine unbewegliche Achse (um dessen Sehne) entsteht.

<sup>1)</sup> Tabelle I: Nr. 3 im horizontalen Durchschnitt (14,6 und 14,6) und weiter Tabelle XXIV: Nr. 5, 13, 14.

<sup>2)</sup> *Walter* hielt noch im Jahre 1855 den Gelenkkopf ohne Knorpelüberzug für ein Ellipsoid.

<sup>3)</sup> *Schmid*, Fr. Über Form und Mechanik des Hüftgelenks. Leipzig 1874. S. 3.

So verstand denn *Schmid* unter einem Ellipsoid dasselbe, wie *Aeby* unter seinem Rotationskörper. Dieselbe Definition bezieht sich bei *Schmid* augenscheinlich auch auf das Zykloid.

Bei seiner Untersuchung des Hüftgelenkes ging *Schmid* von der These *Aebys*<sup>1)</sup> über die Kombination zweier Rotationskörper im Gelenk

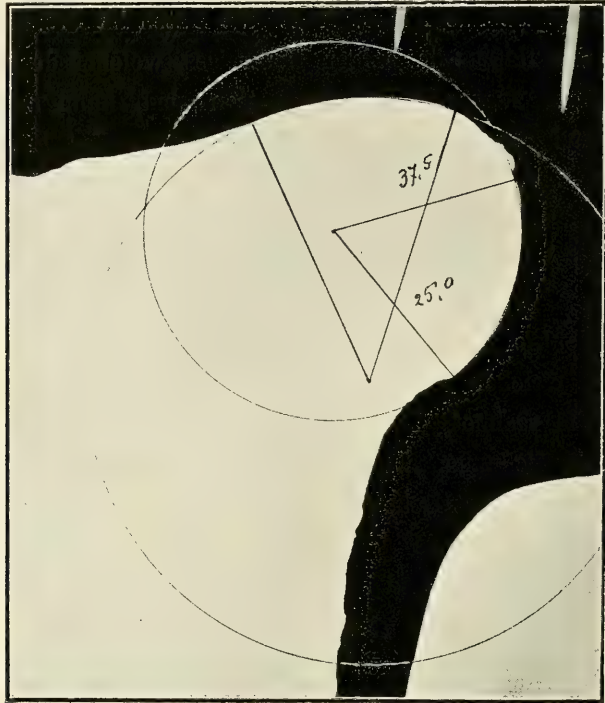


Fig. 44. Ellipsenkrümmung im oberen und unteren Segment des Frontalschnittes. *Bos taurus*. Ellipsoid (25,8, 20,8, 20,8) mm. Verhältnis der Halbachsen 1 : 1,24.

und einer speziellen einfacheren Kombination im menschlichen Gelenk aus und liess damit a priori in letzterem eine bestimmte Form, diejenige des *Aebys*chen Rotationskörpers, zu.

Da *Schmid* das Rotationsellipsoid missverstand, unterwarf er die Gelenkform einer falschen Analyse, er analysierte sie durch Einschreiben von Umkreisen in die Durchschnitte und passt auf diese

<sup>1)</sup> Ibid. Seite 1.



Weise die elliptische Kurve den Umkreisen an. In dieser Hinsicht machte er denselben Fehler wie *Aeby*, und so waren denn die gegen die Methode der Kurvenanalyse und gegen die Definition der Gelenkform gerichteten Erwiderungen *Alberts* vollkommen berechtigt.

Die Tabellen *Schmids* sind nach demselben Typus wie diejenigen *Aebys* zusammengestellt, doch dank dem Umstande, dass sie a priori eine bestimmte Form im Gelenke des Menschen zulassen, sagen sie weniger über die tatsächlichen Eigenschaften des Gelenkes als die Tabellen des ersteren; sie enthalten eigentlich gar keine Hinweise über die Gelenkform als Rotationsellipsoid und bestätigen selbst nicht die Definiton, welche *Schmid* seinem Ellipsoid gibt.

Die Sache ist die, dass bei *Schmid* alle Messungen nur in zwei Durchschnitten, dem frontalen und dem sagittalen, angeführt sind. Im Frontalschnitt ist der *R* der Kurve nur für den oberen Abschnitt, welcher über dem Lig. teres liegt, angeführt, und nichts über den Radius der Kurve unterhalb dieses Ligamentes gesagt.

Wenn dieses bedeuten soll, dass der untere Abschnitt denselben Krümmungsradius hat, so ist das Gelenk seiner Form nach kein Ellipsoid, und *Schmid* hat nicht das Recht, ihm diese Benennung zu geben. Dann entsprechen die Zeichnungen *Schmids*

(Fig. 1, 3, 4 seiner Arbeit), welche die Entstehung der Form erklären sollen, absolut der Wirklichkeit nicht.

Wenn aber das Gelenk seiner Form nach ein wirkliches Ellipsoid und kein Ellipsoid im Sinne *Aebys* und *Schmids* ist, so kann im Frontaldurchschnitt, wie bereits oben erwähnt war, der Krümmungsradius des unteren Abschnittes nicht demjenigen des oberen Ab-

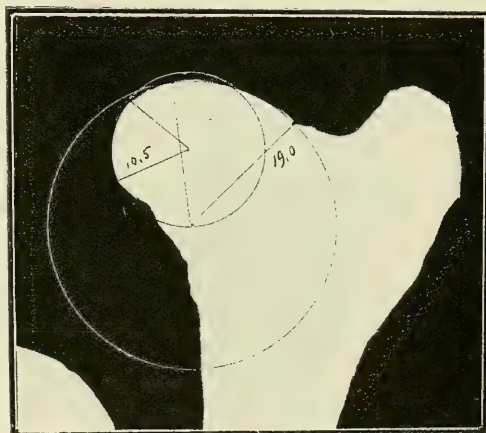


Fig. 45. Ellipsenkrümmung im oberen und unteren Segmente des Frontalschnittes. *Ovis aries*. Ellipsoid (15,7—11,3—11,3) mm. Verhältnis der Halbachsen 1 : 1,38.

schnittes gleichkommen. Bis zur Arbeit *Schmids* haben unter anderem *König* und *H. Meyer* auf diesen Umstand hingewiesen, doch schenkte ihm *Schmid* keine Beachtung.

Auf Grund einer ganzen Reihe von selbstgemachten Messungen muss ich sagen, dass *Schmid* die Krümmung des unteren Abschnittes der Gelenkoberfläche nicht richtig definiert, er stellt sie, wahrschein-

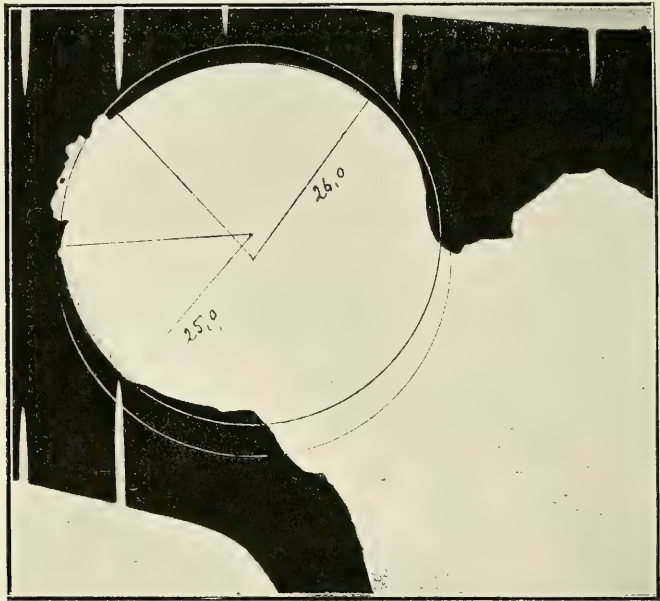


Fig. 46. Ellipsenkurve im oberen und unteren Segmente des Frontalschnittes. Homo, 29 Jahr. Ellipsoid (25,5—24,5—24,5) mm.  
Verhältnis der Halbachsen 1 : 1,04.

lich in Zusammenhang mit seinem Begriff über die Form eines Ellipsoides, der Krümmung des oberen Abschnittes gleich.

Über den Horizontaldurchschnitt sagt *Schmid* gar nichts und führt auch die Krümmungsradien seines vorderen und hinteren Abschnittes nicht an, unterdessen gleichen diese RR sich bei weitem nicht und gewöhnlich entsprechen sie nicht dem Krümmungsradius des oberen Abschnittes des Frontaldurchschnittes.

Beim Einschreiben (nach der Methode *Schmids* und *Aebys*) eines Umkreises in die Ellipsenabschnitte der frontalen und horizon-

talen Durchnitte erhielt ich für das menschliche Gelenk folgende Daten:

Tabelle XXIV.

Nummer	Nummer der Arbeit	Bezeichnung	Welche Extremität	Frontalschnitt		Horizontalschnitt		Dimension des Ellipsoides dieses Gelenkes.
				R des oberen Abschnittes	R des unteren Abschnittes	R des vorderen Abschnittes	R des hinteren Abschnittes	
1	31	Mann 40 J.	rechte	23,5	21,5	24,0	23,5	24,5—24,0—24,0
2	36	Mann 49 J.	rechte	28,5	25,0	30,0	28,5	27,9—27,0—27,0
3	40	Mann 35 J.	rechte	28,0	21,5	28,0	25,0	27,5—26,6—26,6
4	40	Mann 35 J.	linke	29,0	25,0	29,0	26,0	27,6—26,8—26,8
5	37	Frau 27 J.	linke	25,5	23,0	25,0	25,0	25,0—24,2—24,2
6	13	Frau 55 J.	linke	25,0	24,0	27,0	24,0	25,3—24,6—24,6
7	41	Frau 50 J.	rechte	28,0	27,0	26,7	25,0	25,8—25,4—25,4
8	41	Frau 60 J.	linke	27,5	25,0	26,3	25,0	25,6—25,0—25,0
9	7	Mann 24 J.	linke	23,7	22,0	23,0	22,5	24,4—23,6—23,6
10	22	Mann 30 J.	rechte	24,2	21,5	24,0	23,0	25,0—24,0—24,0
11	30	Mann 20 J.	rechte	25,5	22,5	24,0	25,0	24,4—23,2—23,2
12	33	Mann 38 J.	rechte	24,0	22,5	24,5	23,5	24,5—23,6—23,6
13	5	Mann 60 J.	rechte	25,5	20,0	25,0	25,0	25,8—24,5—24,5
14	5	Mann 60 J.	linke	26,0	21,5	25,0	25,0	25,9—24,7—24,7
15	8	Mann 77 J.	linke	25,5	22,0	23,0	22,0	23,8—23,0—23,0
16	11	Mann 65 J.	linke	25,0	23,5	24,5	26,5	24,2—23,2—23,2
17	14	Mann 78 J.	rechte	27,0	23,0	24,5	24,0	24,8—24,0—24,0
18	15	Mann 65 J.	rechte	23,5	22,0	24,0	22,3	23,8—23,3—23,3
19	15	Mann 65 J.	linke	23,5	21,0	24,0	23,5	23,8—23,3—23,3
20	16	Frau 70 J.	rechte	23,5	21,0	25,0	22,5	23,3—22,4—22,4
		Mittel	—	25,5	22,8	25,3	24,3	25,1—24,3—24,3

Daraus ersieht man, dass der Krümmungsradius des oberen Segmentes des Frontaldurchschnittes am grössten ist, er beträgt durchschnittlich 25,5 mm, danach folgt der Krümmungsradius des vorderen Segmentes des Horizontaldurchschnittes, welcher im Mittel 25,3 mm beträgt, weiter geht der Krümmungsradius des hinteren Segmentes dieses Durchschnittes, mit einem Mittel von 24,3 mm, und schliesslich derjenige des unteren Segmentes des Frontaldurchschnittes, welcher durchschnittlich 22,8 mm ausmacht.

Diese Daten stimmen vollkommen mit denjenigen der mathematischen Berechnung überein. Für das Rotationsellipsoid (25,1—24,3—24,3 mm), welchem diese *RR* angehören, muss der Radius an



der Spitze der kleinen Halbachse der Berechnung nach 25,47 (nach der Formel  $a^2 = Rb$ )<sup>1)</sup> und an der Spitze der grossen Halbachse 23,52 mm<sup>2)</sup> ausmachen.

Dieselben Eigenheiten der Krümmungsradien des Ellipsoides sind auch aus den oben angeführten Tabellen zu ersehen: I: Nr. 5, 6; Nr. 10, 11, 12; III: Nr. 1—6, 11, 12 und IV: Nr. 5—12.

Noch mehr ist dieses bei Tieren (Fig. 44, 45) bemerkbar, wo Ellipsoide des Gelenkes gestreckter sind als beim Menschen, z. Tab. II: 1, 2, 3 und Tab. IV: 1, 2, 3 und 4.

Dass dem menschlichen Gelenk ein Rotationsellipsoid im mathematischen Sinne<sup>3)</sup> nicht im Sinne *Schmids* und *Aebys* zugrunde liegt, das ist aus der ganzen vorhergehenden Analyse zu ersehen.

Ausserdem kongruiert die auf einem durchsichtigen Papier angezeichnete Ellipse, welche dem Typus und den Dimensionen nach Ellipse des Durchschnittes<sup>4)</sup> entspricht, beim Aufeinanderlegen<sup>5)</sup> vollkommen mit der Durchschnittskurve, während die Enden der Kurve des Rotationskörpers von *Aeby* und *Schmid* nicht übereinstimmen.

Das menschliche Hüftgelenk ist in keinem Falle ein Rotationszykloid, und *Schmid* hat unrecht, wenn er sagt, dass im menschlichen Gelenk keine Differenz zwischen einem Rotationsellipsoid und einem Zyklolid gemacht werden kann.

Das Rotationszykloid ist ein Körper, welcher sich bei der Rotation des Zykloides um diejenigen Grade bildet, längs welcher der Umkreis sich bei der Bildung dieses Zykloides bewegte.

<sup>1)</sup>  $a^2 = Rb$   $(25,1)^2 = R \cdot 24,3$ ;  $R = \frac{(25,1)^2}{23,3} = 25,47$  mm.

<sup>2)</sup> Nach der Formel  $b^2 = Ra$ ;  $(24,3)^2 = R, 25$ ;  $R = \frac{(24 \cdot 3)^2}{25,1} = 23,52$  mm.

<sup>3)</sup> D. h. ein Körper, welcher sich bei der Rotation der Ellipse um die große Achse bildet, ein gedrücktes Sphäroid, um dessen kleine Achse.

<sup>4)</sup> In der Methode der Erforschung der Kurve des Schnittes durch die entsprechende geometrisch exakt auf durchsichtigem Papier gebildete Ellipse sehe die Methode, in die untersuchende Kurve eine entsprechende Ellipse einzuschreiben und ein Verfahren, um die Bewertung der Eigenschaften der elliptischen Kurve nicht durch den Umkreis, sondern durch die Ellipse zu bestimmen, so ist es Bewertung eines Umkreises ähnlich, wo die Eigenschaften desselben auch durch die Eigenschaften des Umkreises bestimmt werden.

<sup>5)</sup> Definitionsverfahren der Gleichung des Alten. (Geometrie des Euklid)



Deshalb entspricht in jedem Zykloid die grosse Achse immer der Länge des Umkreises, welcher das Zykloid bildet, d. h.  $2\pi R$ , und die kleine Achse dem doppelten Durchmesser dieses Umkreises, d. h.  $4R$ . Nimmt man nun das Verhältniss der Achsen oder Halbmesser, so erhält man für die Achsen  $\frac{2\pi R}{4R}$  und für die Halbachsen  $\frac{\pi}{2}$ , d. h.  $a:b=3,14:2$  oder wie 1,57:1.

Das Verhältniss der Halbachsen ist im Zykloid ein konstantes, die Form selbst erscheint relativ etwas gestreckter, sie kann, gleich der Kugel, nur der Grösse nach variieren, während das Verhältniss der Achsensich immergleich bleibt, wodurch sie sich scharf vom Rotationsellipsoid unterscheidet.

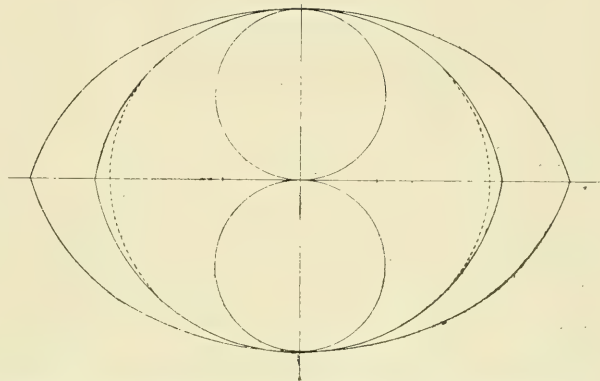


Fig. 47. Verhältniss des Rotationszykloides zum Rotationsellipsoid und Rotationskörper Aebys. Zykloid: äussere Kurve, Ellipsoid: punktierte Kurve. (Gelenk eines 36-jährigen Mannes Z. 28.) Rotationskörper Aebys: mittlere Kurve.

Von allen untersuchten Formen ist das gestreckteste Rotationsellipsoid (Fig. 37) mit dem Verhältniss der Halbachsen 1,09:1 viel kürzer als das Zykloid mit derselben kleinen Achse. Selbst die Rotationsellipsoide der Tiere, *Ovis aries* (1,39:1) und *Bos taurus* (1,24:1), welche eine gestrecktere Form haben, sind kürzer als die Zykloidformen.

*Schmid* bemerkte ganz richtig, dass die kindlichen Gelenke in frontaler Richtung hin gekürzt sind, doch erklärt er dieses noch weniger zutreffend, wie die Rotationsellipsoide der Erwachsenen<sup>1)</sup>.

Der Umstand, dass *Schmid* auf 27 Gelenke keine einzige Kugelform hatte, kann das Resultat eines Zufalls oder aber das Resultat

<sup>1)</sup> Schmid betrachtet die Form des gedrängten Sphäroides als Rotationskörper, welcher durch die Rotation eines Umkreissegmentes um eine Achse entsteht, welche ausserhalb des Zentrums des Umkreises und parallel seiner Sehne verläuft.

einer ungenügenden Exaktheit der Untersuchungsmethode sein, weshalb einige Kugelformen als schwach gestreckte Ellipsoide betrachtet werden könnten.

Die Eigenschaften eines Ellipsoides im menschlichen Hüftgelenk haben *König*, *Hermann Meyer*, *Werjuschsky* und *Lesshaft* ganz richtig nachgewiesen, doch entsprechen die Schlussfolgerungen dieser Autoren der Wirklichkeit bei weitem nicht. *König*, *Hermann Meyer* und *Lesshaft* nehmen die Existenz einer unregelmässigen, der Kugel nahestehenden Form an, *Werjuschsky* diejenige einer Korbkurve.

*König* wies als erster auf die Differenz der RR des Kopfes im oberen und unteren Abschnitt hin.

Der Radius der Krümmung des oberen Segmentes beträgt nach *König* 26 mm; diese Zahl entspricht derjenigen, die ich erhalten und oben (Tabelle XXIV) angeführt habe.

Typischer sind für das Rotationsellipsoid im menschlichen Hüftgelenk die Eigenheiten der Gelenkoberfläche, auf welche *Hermann Meyer* und *Lesshaft* hinweisen; die Daten des letzteren unterstreichen die Eigenschaften der elliptischen Kurve sehr bedeutend. Alle Eigenheiten, welche diese Autoren anführen, sind jetzt verständlich und klar und entsprechen vollkommen allem, was oben gesagt war.

Obgleich *Werjuschsky* zu einer falschen Schlussfolgerung über die Form des Gelenkes kam, sind die Fakta seiner Arbeit äusserst wertvoll; sie entsprechen in allen Beziehungen der Wirklichkeit und bestätigen noch mehr die Ansicht über die Form des Hüftgelenkes als diejenige eines Rotationsellipsoides.

Der Fehler *Werjuschskys* besteht darin, dass er, nachdem die Eigenschaften der Gelenkoberfläche in ihren verschiedenen Abschnitten definiert waren, sie nicht in eins fasste und nicht bemüht war, die Beziehungen derselben zu irgendeiner bestimmten Konstanten zu finden. Die Eigenschaften der Korbkurve von *Werjuschsky* sind die Eigenschaften der Oberfläche eines Rotationsellipsoides, welches schräg zum Femurhals aufgestellt ist.

*Werjuschsky* hat darin gefehlt, dass er die Ellipse nicht als geschlossene Kurve betrachtete, deren Punkte sich in einem bestimmten Verhältnis zu den Koordinatenachsen und Focus, den bestimmten Kon-

stanten dieser Form, befinden. Seine Daten über die Differenz der Radien in den verschiedenen Abschnitten der Gelenkoberfläche stimmen vollkommen mit den meinigen überein.

Die Differenz der Radien ist an kleinen (weiblichen und noch unentwickelten) Gelenkköpfen nach *Werjuschsky* verhältnismässig unbedeutender, d. h. diese Formen nähern sich derjenigen einer Kugel.

*Morosow* hat in seinen Untersuchungen als erster darauf hingewiesen, dass im menschlichen Hüftgelenk gleichzeitig zwei Formen vorhanden sind: eine Kugel und ein Rotationskörper, doch verstand er unter letzterem dasselbe, wie *Aeby* und *Schmid*<sup>1)</sup>. Den Zeichnungen nach zu urteilen, welche der Arbeit beigelegt sind, waren die Rotationskörper der von *Morosow* untersuchten Gelenke Rotationsellipsoide, und zwar mit demselben Verhältnis der Halbachsen, wie die von mir beobachteten.

So z. B. zeigt der Gelenkkopf auf Fig. 11 den Durchschnitt eines Rotationsellipsoides: 26,0—25,0—25,0 mm, Fig. 11: 24,3—23,5—23,5 mm, Fig. 17: 25,0—24,3—24,3 mm, Fig. 15: 23,5—22,5—22,5 mm.

*Morosow* weist darauf hin, dass das Gelenk die Form eines Rotationskörpers erst im späteren Alter, angefangen von 35—40 Jahren, annimmt; ich hatte bei meinen Untersuchungen Gelegenheit, diese Form eines Rotationsellipsoides auch in früherem Alter, angefangen von sechs Jahren, zu beobachten.

Weiter komme ich auf Grund meiner Untersuchungen zu der Ansicht, dass nicht die Kugelform, wie *Morosow* es annimmt, vorherrschend ist, sondern die Form des Ellipsoides.

Der letzte Standpunkt, welchen ich hier noch erwähnen will, ist derjenige eines Kompromisses zweier Ansichten, von denen die eine nicht genügend begründet und nicht verstanden war. Dieser Standpunkt ist im gegebenen Augenblick der möglicherweise vorherrschende; als Vertreter desselben kann man *R. Fick* betrachten, welcher in seiner Monographie über Anatomie und Mechanik der Gelenke die Gelenkoberfläche des Kopfes als Kugel betrachtet<sup>2)</sup>, doch mit einigen

<sup>1)</sup> Morosow, P. Über die Wirkung der Extension auf Hüft- und Kniegelenk. Dissertation. Charkow 1875. S. 22.

<sup>2)</sup> Fick, Rudolf. Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. Erster Teil. Jena 1904. S. 317.

Abweichungen von der Regelmässigkeit dieser Form, welche bei genauer Untersuchung hervortreten.

Dieser Kompromissstandpunkt, welcher absolut falsch ist, entstand in der Wissenschaft nach den Untersuchungen *Aebys* und wurde zum erstenmal von *Henke* ausgesprochen, welcher sich bemühte, die Schlussfolgerungen der *Gebrüder Weber* mit den Daten *Aebys* in Einklang zu bringen.

Die Daten *Königs*, *H. Meyers*, *Schmids* und *Werjuschkys*, die nicht genügend begründet und nicht deutlich genug waren, fuhren fort, diese unrichtige unregelmässige Ansicht über die Form des Gelenkes zu behaupten. Dabei kann, wie oben angeführt, von keiner Unregelmässigkeit der Gelenkform in dem Sinne, wie es *Henke*, *R. Fick* und andere Anhänger dieses Kompromiss-Standpunktes<sup>1)</sup> verstehen, die Rede sein.

Diese Vorstellung von der Unregelmässigkeit der Form war auf deren Unverständlichkeit und unrichtigen Untersuchung begründet und nicht auf deren wirklicher Unregelmässigkeit.

*Henke* nahm eine Abflachung im oberen Abschnitt der Gelenkform an, war aber der Ansicht, dass dieselbe keine grosse Bedeutung habe und durch die Elastizität des Knorpels ausgeglichen werde. Die Sache ist aber die, dass gar keine Abflachung der Gelenkoberfläche oben vorhanden ist, und von einer Ausgleichung derselben durch den Knorpel kann keine Rede sein, in der Form, die fast mathematisch regelrecht ist. Weiter muss man in Betracht ziehen, dass die Form des *Acetabulum* vollkommen derjenigen des Kopfes entspricht.

Wiederum kann man nicht mit *König*, *Werjuschsky* u. a. übereinstimmen, welche annehmen, dass die unregelmässige Form des Kopfes das Resultat eines unregelmässigen Abschleifens beim Bewegen und eines an dieser Stelle besonders stark ausgeübten Druckes ist.

Nach der vollzogenen Untersuchung könnte eher die Frage über die Ursachen der schrägen Lage des Ellipsoides, als über die Kompression und Abflachung seiner Form, aufgeworfen werden.

---

<sup>1)</sup> Von diesem Standpunkte aus wird das Gelenk von *Henke*, *Luschka*, *H. Meyer*, *Bardeleben*, *Lesshaft*, *Sernow*, *Rauber-Kopsch*, *R. Fick* u. a. betrachtet.



*R. Fick* führt als Argument gegen die Ansichten *Aebys*, *Schmids* und *Krauses*, welche die Form des menschlichen Hüftgelenkes als Rotationsellipsoid betrachten, das Faktum an, dass die Meinungen der Autoren über die Abweichungen im Gelenk nicht übereinstimmen: die einen halten die horizontalen Durchmesser für kleiner, die anderen die vertikalen.

Diese Erwiderung *R. Ficks* ist aber unbegründet und eigentlich fehlerhaft.

Die Grösse der Durchmesser oder Krümmungsradien der Gelenkoberfläche variiert, wie Tabelle XXIV zeigt, bedeutend und hängt, wie dieses deutlich aus der oben angeführten Analyse zu ersehen ist, nicht von einem Fehler oder einer Uneinigkeit der Untersucher, sondern von der verschiedenen Lage der Gelenkform im Verhältnis zum Oberschenkel und von verschiedener Ausbildung ihrer Gelenkoberfläche ab.

## Inhaltsübersicht.

---

1. Zwecks Entscheidung der Frage über die Form des menschlichen Hüftgelenkes, einer Frage, die, wie aus der Literatur ersichtlich, noch nicht entschieden ist, wurden neue, präzisere Methoden eingeführt: einerseits die Methode des Zersägens, die sich einer mathematischen Kontrolle unterziehen lässt, andererseits die Methode der Kurvenanalyse, auf Grund gegebener Grössen der Mathematik.

2. Zur Erhaltung der Konturen des Schnittes in dieser oder jener Fläche wurden Prinzipien der Lichtprojektion ausgenutzt: es wurde ein besonderer Projektionsapparat konstruiert mit einer Reihe von Instrumenten, die die Möglichkeit gaben, einen fast mathematisch genauen Schnitt zu erhalten.

3. Durch Verbindung dieser Methode, Methode der optischen Schnitte, mit dem Verfahren der Vergrösserung der photographischen Aufnahmen erhielt man eine Methode zur genauen Erforschung kleiner, bis jetzt einer genauen Analyse unzugänglicher Objekte (Gelenkformen der embryonalen Periode, Neugeborener, kleiner Tiere usw.).

4. Die Bewertung der Kurven des Schnittes und die Feststellung danach der Form des Gelenkes wurde nach der Methode der mathematischen Analyse ausgeführt, wobei zur ergänzenden Prüfung und Kontrolle, eine neue, auf Prinzipien der Euklidischen Geometrie gegründete Methode, eingeführt wurde, eine Methode des Auflegens auf den zu bestimmenden Schnitt ihm entsprechender geometrisch exakt auf durchsichtigem Papier gebildeter Formen.

5. Vor der Untersuchung des Gelenkes wurde auf experimentellem Wege der Einfluss der Leichenzersetzung auf die Gelenkformen und

die Bedingungen, unter welchen die Untersuchung selbst ausgeführt wurde, aufgeklärt. Es stellte sich heraus, dass die Daten, die sich bei der Arbeit ergaben, gänzlich auf das lebende Objekt bezogen werden können.

6. Die neue Methode ermöglichte die Untersuchung einer grossen Anzahl von Gelenken (146)<sup>1)</sup>, Gelenken verschiedenen Alters (vom embryonalen Zustande bis zum 77. Lebensjahre einschliesslich) und gab damit die Möglichkeit, die Evolution der Gelenkform zu beobachten.

7. Die Untersuchung ergab, dass in der embryonalen Periode und in den ersten Lebensjahren die Gelenkform verkürzt erscheint in frontaler Richtung und die Form eines gedrängten Sphäroids darstellt; sie ist in dieser Richtung um so mehr verkürzt, je geringer das Alter ist.

8. Im Alter von drei bis sechs Jahren steht das Gelenk in seiner Form sichtbar der Kugel am nächsten.

9. Alsdann behält es entweder diese Form bei fürs ganze Leben, oder aber, es dehnt sich weiter in frontaler Richtung, in die Form eines Rotationsellipsoides übergehend.

10. Die letztere Form, individuell schwankend, erscheint mehr oder weniger verlängert und steht deshalb in ihren Eigenschaften näher zur Kugel oder entfernt sich weiter von dieser.

11. Das Rotationsellipsoid beim menschlichen Gelenke, sogar in seinen äusserst verlängerten Formen, erreicht nicht den Grad der Verlängerung, der bei Tieren bemerkbar ist. Das mittlere Verhältnis der Halbachsen dieser Form beim Menschen ist 1:1,04, in der am meisten verlängerten Form war es 1:1,09, bei *Bos taurus* wurde 1:1,22, bei *Ovis aries* 1:1,39 gefunden.

12. Der Form des Ellipsoides begegnet man im allgemeinen beim Menschen öfter (70%) als der Kugelform, bei bei Männern öfter als bei Frauen.

---

<sup>1)</sup> Diese Anzahl gleicht und ist kaum geringer der ganzen Summe der Gelenke, die von allen vorherigen Autoren zusammen untersucht worden ist.

13. Alle drei Grundformen (gedrängtes Sphäroid, Kugel und Rotationsellipsoid) beim menschlichen Gelenk können als besondere Formen des geometrischen Ellipsoides der Gleichung  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$  betrachtet werden.

14. Die Form der Knorpeloberfläche des Gelenkes und die Form seiner Knochengrundlage sind einander ähnlich und unterscheiden sich voneinander in ihren Durchmessern um die maximale Stärke der Knorpeldecke des Kopfes.

15. Der den Knochen bedeckende Gelenkknorpel unterwirft sich bestimmten Regeln: die Oberfläche der Knorpelform des Gelenkes verhält sich zu den Oberflächen der Knochenformen des letzteren so, dass im Bereiche, entgegengesetztem der Berührung der Gelenkflächen, sie sich miteinander vereinigen.

16. Der Grösse nach sind die Gelenkformen bei Männern im Mittel grösser als bei Frauen. Die mittleren Masse des Ellipsoides der männlichen Gelenke sind 26,4—25,4—25,4 mm, der weiblichen 25,0—24,1—24,1 mm.

17. Das Ellipsoid der Gelenkform steht zum Femurhals in einem bestimmten Winkel und ist, individuell variierend, mit seinem medialen oder Gelenkpol nach hinten und oben gerichtet. Die lange Achse des Ellipsoides bildet mit der Achse des Halses einen Winkel von 15—20°.

18. Die Ausbildung der Knorpeldecke der Gelenkoberfläche schwankt individuell, und nicht alle Oktanten der Oberfläche der Gelenkform sind in gleichem Masse von jener bedeckt.

19. Der Gelenkkopf des Femurs gleicht im Mittel fünf Oktanten jener geometrischen Form, welche der Bildung des gegebenen Gelenkes zugrunde liegt, was ungefähr zwei Drittel ihrer Grösse ausmacht. Die Grösse der Höhle ist im Mittel 195°.

20. Das rechte und linke Gelenk gleichen einander öfter in der Form und entsprechen einander seltener in den Massen, bald ist das eine, bald das andere von ihnen etwas grösser.



21. Aus dem Vergleich der neu gefundenen Daten mit den Daten der früheren Forscher ist ersichtlich, dass der Irrtum der letzteren darin bestand, dass sie die Gelenkform nicht streng mathematisch analysierten.

22. *Aeby* und *Schmid*, beim menschlichen Hüftgelenk die Form des Rotationsellipsoides anerkennend, fassten diese Form falsch auf, und ihre Bezeichnung Ellipsoid entsprach und entspricht durchaus nicht dem, was man unter diesem Namen in der Geometrie versteht.

23. Die Eigenschaften des Ellipsoides wurden seinerzeit richtig angedeutet durch *König*, *Werjuschsky*, *H. Meyer* und *Lesshaft*, doch sind die Schlüsse, die diese Autoren zogen, nicht richtig: sie analysierten die Formen nicht streng mathematisch.

24. Die Meinung der Autoren, wonach das Gelenk eine Kugel darstellt, jedoch mit geringen Abweichungen von deren regelmässiger Form, welche sich bei genauer Messung erweisen, ist unbedingt falsch. Diese Vorstellung von der Unregelmässigkeit der Form war auf deren Unverständlichkeit und unrichtigen Untersuchung begründet und nicht auf deren wirklicher Unregelmässigkeit.

25. Man kann das Gelenk auch nicht betrachten als Kugelform mit Verdichtungen an den Stellen des grössten Druckes und der stärksten Reibung: seine Form stellt einen geometrisch-regelmässigen Körper dar, mit einem bestimmten Verhältnis zum Schenkelknochenhalse und mit einer bestimmten Ausbildung der Knorpeloberfläche.

---

## Referate.

Von

**Fr. Kopsch.**

---

**I. Sobotta**, *Atlas der deskriptiven Anatomie des Menschen*. III. Abt.:

Das Nerven- und Gefäßsystem und die Sinnesorgane des Menschen, nebst Anhang: Das Lymphgefäßsystem des Menschen. II. vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 330 meist vierfarbigen und zum Teil ganzseitigen Abbildungen und 1 lithographischen Tafel. Gebunden M. 22.—. München 1916. J. F. Lehmanns Verlag.

Die zweite Auflage des Atlas ist ausgezeichnet durch eine Vermehrung der Abbildungen, welche namentlich Gehirn- und Sinnesorgane betrifft. Die Darstellung der Hauptfaserbahnen des Zentralnervensystems wurde bedeutend vermehrt und verbessert durch Umänderung, Erneuerung und Hinzufügung neuer Schemata. Im Übrigen ist die frühere Anordnung beibehalten.

**Fritz Härtel**, *Die Lokalanästhesie*. 21. Band der Neuen Deutschen Chirurgie. XIX und 266 Seiten mit 78 teils farbigen Textabbildungen. Geheftet M. 12,60, gebunden M. 14,20. Stuttgart 1916. F. Enke.

Härtel will ein übersichtliches Lehr- und Nachschlagebuch für den praktischen Chirurgen schaffen. Deshalb ist in erster Linie das Technische behandelt. Die Darstellung der Technik folgt wesentlich den Lehren Braun's, während im Einzelnen die große persönliche Erfahrung des Verfassers maßgebend geworden ist. Nur die Lokalanästhesie im engeren Sinne wird behandelt, während die therapeutischen Aufgaben der Lokalanästhesie nur gestreift werden.

V. Schmieden geleitet das Werk seines Mitarbeiters und Assistenten mit warmen Worten und gibt ihm die besten Wünsche für seinen Weg mit.

# Diagnostische und therapeutische Irrtümer und deren Verhütung.

Herausgegeben von

Prof. Dr. J. Schwalbe,

Geh. San.-Rat in Berlin.

**1. Heft: Krankheiten des Stoffwechsels.**

Von Prof. Dr. F. A. Hoffmann, Direktor des Mediz.-Polikl. Instituts in Leipzig, Geh. Rat. Mit einer Röntgentafel und einer farbigen Figur. M. 3.—.

**2. Heft: Psychiatrie.**

Von Geh. Med.-Rat Prof. Dr. E. Meyer, Direktor der Psychiatr. und Nervenkl. der Universität in Königsberg. M. 4.20.

**3. Heft: Neurosen.**

Von Prof. Dr. L. W. Weber, Direktor der städt. Nervenheilanstalt in Chemnitz.

**Unfallneurosen.**

Von Prof. Dr. O. Naegeli, Direktor der Mediz. Univ.-Poliklinik in Tübingen. M. 3.—.

**4. Heft: Zivil- und strafrechtliche Haftung des Arztes für Kunstfehler.**

Von Reichsgerichtsrat Dr. Ebermayer in Leipzig. M. 3.60,  
zuzüglich 25 % Teuerungszuschlag.

Diesem Lehrwerk ist die Aufgabe gestellt, den Praktiker in der **Erkennung und Behandlung innerer Krankheiten** dadurch zu fördern, daß ihm die häufigen Irrtümer, die nach beiden Richtungen gemacht werden, vorgeführt und die Wege zu ihrer Verhütung angezeigt werden.

Die Themata der weiteren Hefte sind unten zu ersehen; die Namen der Mitarbeiter bieten eine Gewähr für eine glückliche Lösung der neuartigen Aufgabe.

Es folgen:

Heft 5: Krankheiten der Lungen, des Brust- und Mittelfells. Reg.-Rat Prof. Dr. H. Schlesinger in Wien. — Heft 6: Krankheiten des Blutes und der blutbereitenden Organe einschl. der Drüsen mit innerer Sekretion. Prof. Dr. O. Naegeli in Tübingen. — Heft 7: Krankheiten der Verdauungsorgane (einschl. Ernährung) und des Bauchfells. Geh. Med.-Rat Prof. Dr. A. Schmidt in Halle a. S. — Heft 8: Krankheiten der Kreislauforgane. Geh. Med.-Rat Prof. Dr. A. Hoffmann in Düsseldorf. — Heft 9: Zoonosen. Krankheiten der Bewegungsorgane. Geh. Med.-Rat Prof. Dr. P. Krause in Bonn. — Heft 10: Krankheiten der oberen Luftwege. Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Friedrich in Kiel. — Heft 11: Akute Infektionskrankheiten. Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Matthes in Königsberg. — Heft 12: Krankheiten des Gehirns und des verlängerten Markes. Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Anton in Halle. — Heft 13: Krankheiten des Rückenmarkes und der peripherischen Nerven. Prof. Dr. R. Cassirer in Berlin. — Heft 14: Krankheiten der Harnorgane. Hofrat Prof. Dr. Baron von Korányi in Budapest. Impotenz. Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Fürbringer in Berlin. — Heft 15: Vergiftungen. Geh. Med.-Rat Prof. Dr. A. Heffter in Berlin.

Verlag von Georg Thieme in Leipzig.

---

**Lehrbuch**  
der  
**Entwicklungsgeschichte**

von

**Prof. Dr. H. Triepel,**

Abt.-Vorsteher am anatomischen Institut in Breslau.

Mit 168 Textfiguren.

**Geb. M. 7.50,**

zuzüglich 25 % Teuerungszuschlag.

---

**Behandlung akut bedroh-  
licher Erkrankungen.**

Ein Lehrbuch  
für die Praxis.

Herausgegeben von

**Prof. Dr. J. Schwalbe,** Geh. San.-Rat in Berlin.

**Band I.**

Mit 26 Abbildungen.

**Brosch. M. 12.—,**

**geb. M. 13.20,**

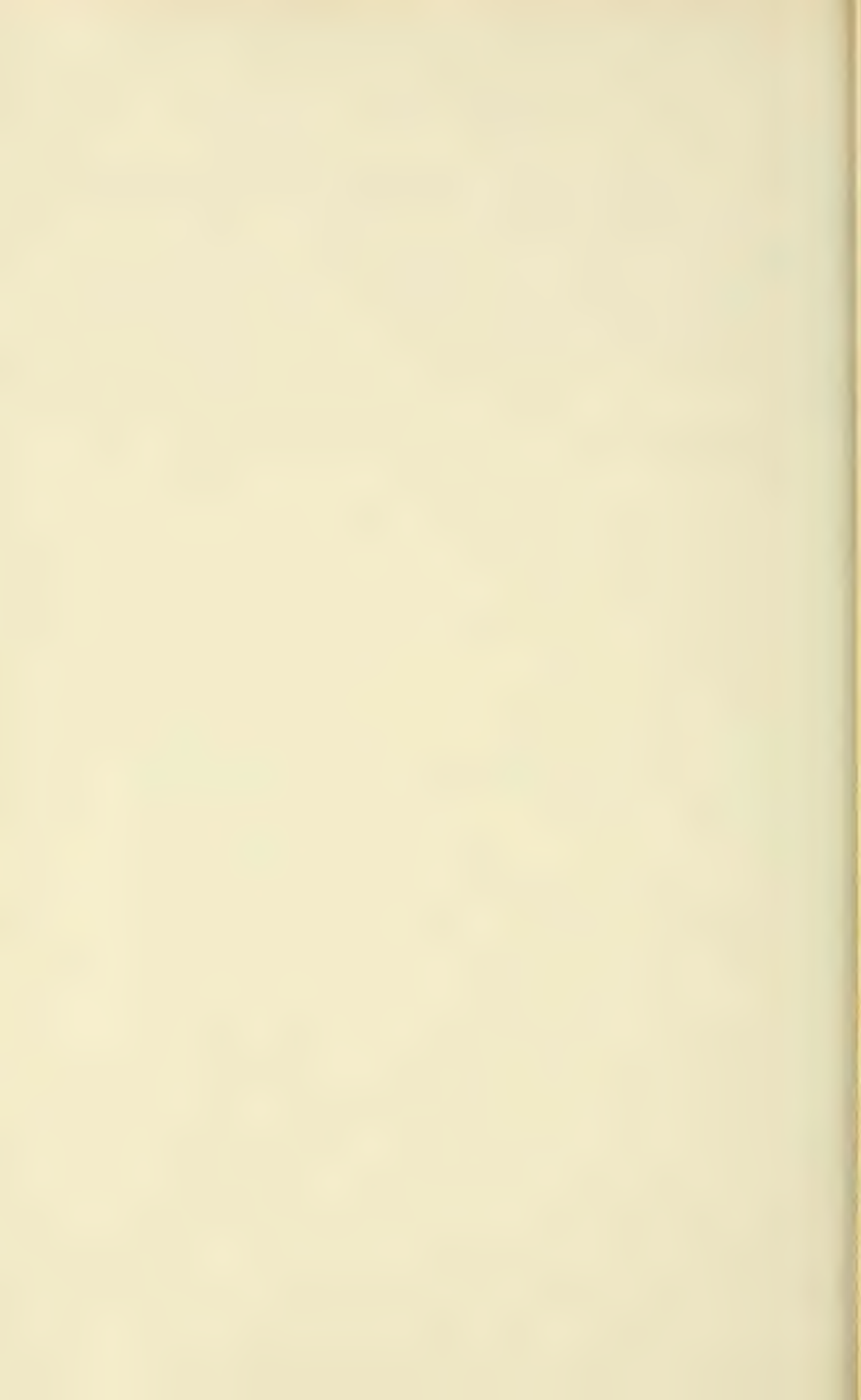
zuzüglich 25 % Teuerungszuschlag.

---

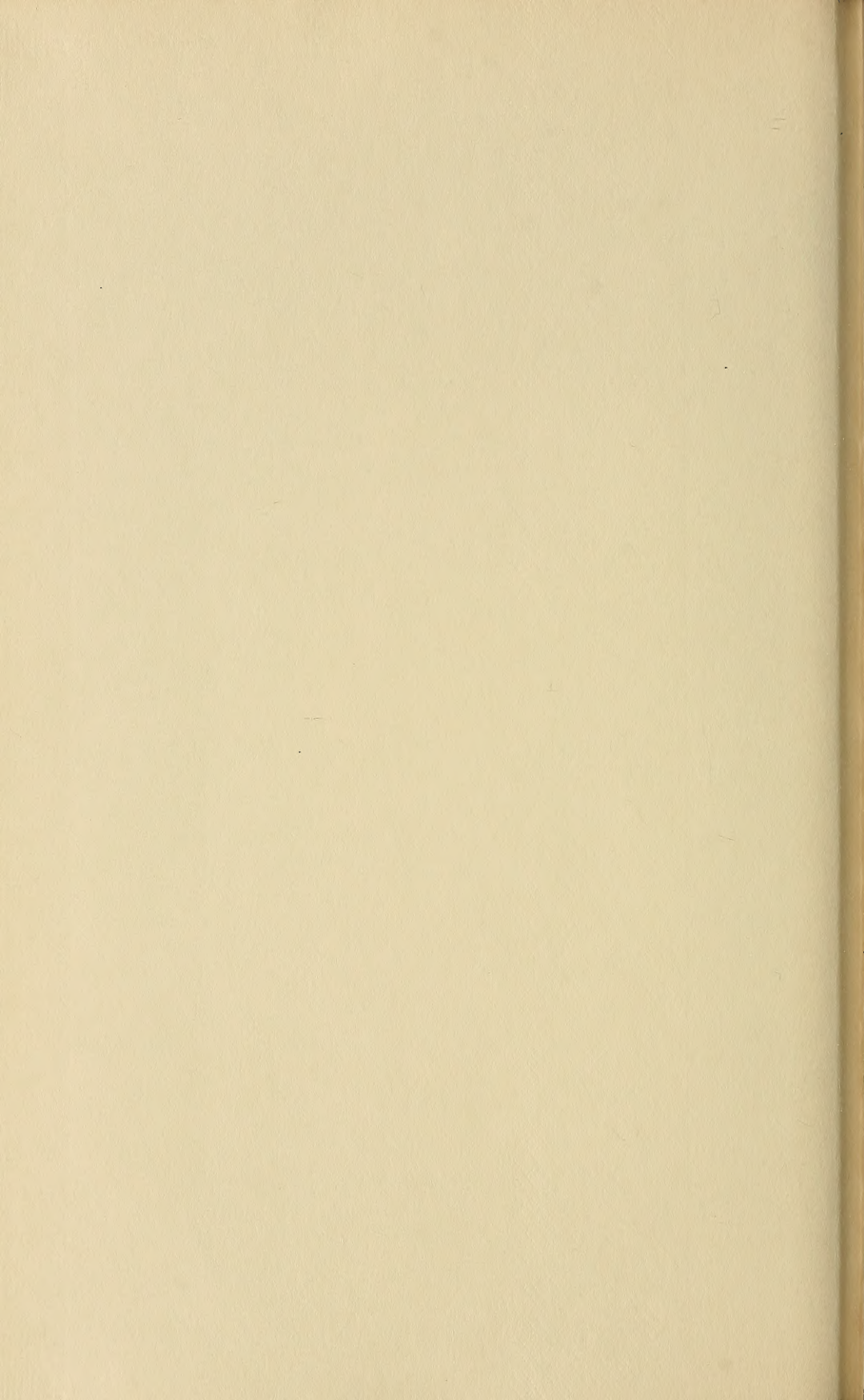
Buchdruckerei Richard Hahn (H. Otto) in Leipzig.













ERNST MAYR LIBRARY



3 2044 114 231 350

**Date Due**

---

--	--



